東南アジア地域

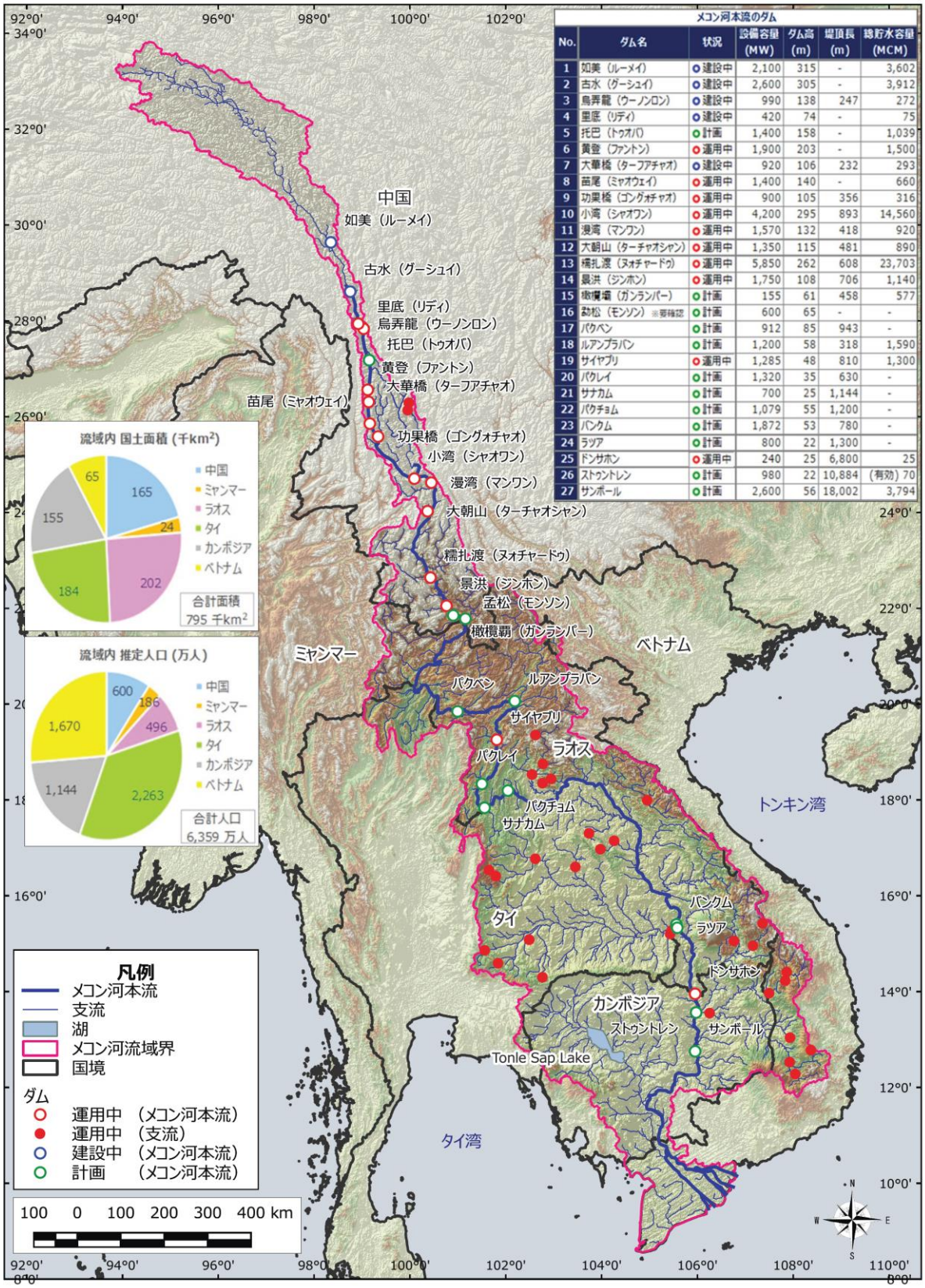
東南アジア地域
メコン河流域における
環境社会に配慮したダム運用に係る
情報収集・確認調査

2022 年 3 月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

日本工営株式会社

環境
JR
22-034


メコン河本流のダム
No. ダム名 状況 設備容量(MW) ダム高(m) 堤頂長(m) 総貯水容量(MCM)
1 如美（ルーメイ） 建設中 2,100 315 - 3,602
2 古水（グーシュイ） 建設中 2,600 305 - 3,912
3 烏弄龍（ウーノンロン） 建設中 990 138 247 272
4 里底（リディ） 建設中 420 74 - 75
5 托巴（トゥオバ） 計画 1,400 158 - 1,039
6 黄登（ファントン） 運用中 1,900 203 - 1,500
7 大華橋（ターフアチャオ） 建設中 920 106 232 293
8 苗尾（ミャオウェイ） 運用中 1,400 140 - 660
9 功果橋（ゴングォチャオ） 運用中 900 105 356 316
10 小湾（シャオワン） 運用中 4,200 295 893 14,560
11 漫湾（マンワン） 運用中 1,570 132 418 920
12 大朝山（ターチャオシャン） 運用中 1,350 115 481 890
13 糯扎渡（ヌオチャードゥ） 運用中 5,850 262 608 23,703
14 景洪（ジンホン） 運用中 1,750 108 706 1,140
15 橄欖壩（ガンランバー） 計画 155 61 458 577
16 勐松（モンソン） ※要確認 計画 600 65 - -
17 パクベン 計画 912 85 943 -
18 ルアンプラバン 計画 1,200 58 318 1,590
19 サイヤブリ 運用中 1,285 48 810 1,300
20 パクレイ 計画 1,320 35 630 -
21 サナカム 計画 700 25 1,144 -
22 パクチョム 計画 1,079 55 1,200 -
23 バンクム 計画 1,872 53 780 -
24 ラツア 計画 800 22 1,300 -
25 ドンサホン 運用中 240 25 6,800 25
26 ストゥントレン 計画 980 22 10,884 (有効) 70
27 サンボール 計画 2,600 56 18,002 3,794
流域内 国土面積 (千km²)
中国 165
ミャンマー 24
ラオス 202
タイ 184
カンボジア 155
ベトナム 65
合計面積 795 千km²
流域内 推定人口 (万人)
中国 600
ミャンマー 186
ラオス 496
タイ 2,263
カンボジア 1,144
ベトナム 1,670
合計人口 6,359 万人
凡例
メコン河本流
支流
湖
メコン河流域界
国境
ダム
運用中 （メコン河本流）
運用中 （支流）
建設中 （メコン河本流）
計画 （メコン河本流）
100 0 100 200 300 400 km
中国
如美（ルーメイ）
古水（グーシュイ）
里底（リディ）
烏弄龍（ウーノンロン）
托巴（トゥオバ）
黄登（ファントン）
大華橋（ターフアチャオ）
苗尾（ミャオウェイ）
功果橋（ゴングォチャオ）
小湾（シャオワン）
漫湾（マンワン）
大朝山（ターチャオシャン）
糯扎渡（ヌオチャードゥ）
景洪（ジンホン）
孟松（モンソン）
橄欖壩（ガンランバー）
ミャンマー
ベトナム
パクベン
ルアンプラバン
サイヤブリ
ラオス
パクレイ
パクチョム
サナカム
トンキン湾
タイ
バンクム
ラツア
ドンサホン
カンボジア
ストゥントレン
サンボール
Tonle Sap Lake
タイ湾
92°0' 94°0' 96°0' 98°0' 100°0' 102°0' 104°0' 106°0' 108°0' 110°0'
34°0' 32°0' 30°0' 28°0' 26°0' 24°0' 22°0' 20°0' 18°0' 16°0' 14°0' 12°0' 10°0' 8°0'
N W E S

調査対象地域位置図

東南アジア地域
メコン河流域における環境社会に配慮したダム運用に係る情報収集・確認調査

最終報告書

目　　次

調査対象地域位置図

略語表

第 1 章 調査の概要 1-1

1.1 調査実施の背景 1-1
1.2 本調査の目的 1-1
1.3 実施体制 1-2
1.4 実施期間 1-2
1.5 実施方法 1-2
1.6 現地調査実績 1-2
1.7 本報告書の構成 1-3
1.8 本調査の論理的枠組み 1-4

第 2 章 メコン河流域の水資源管理に係る基本情報 2-1

2.1 流域国の社会・経済 2-1
2.2 流域国の水資源管理に係る組織・法制度 2-2
2.3 MRC の基幹報告書 2-4
2.3.1 The Council Study（2011-2018） 2-4
2.3.2 The MRC Hydropower Mitigation Guidelines 2-7
2.3.3 State of The Basin Report 2018 2-10
2.3.4 Basin Development Strategy 2021-2030 & Strategic Plan 2021-2025 2-10
2.4 流域のゾーニング 2-12
2.5 開発シナリオ 2-13

第 3 章 メコン河概況及び環境社会影響 3-1

3.1 水文・水理状況 3-1
3.1.1 ダム建設と運用による影響 3-1
3.1.2 他の開発による影響 3-9
3.1.3 気候変動による影響 3-11
3.1.4 緩和策の現状 3-14
3.1.5 近年の低水位・渇水現象 3-15
3.2 土砂 3-20

3.2.1 ダム建設と運用による影響....3-20
3.3 生態系....3-26
3.3.1 生態系影響の概要....3-26
3.3.2 ダム建設と運用による生態系影響....3-31
3.3.3 他の開発および気候変動による生態系影響....3-40
3.3.4 緩和策の現状....3-41
3.3.5 生態系に関わる評価のまとめ....3-41
3.4 社会・経済....3-43
3.4.1 社会経済影響の概要....3-43
3.4.2 ダム建設と運用による影響....3-56
3.4.3 他の開発および気候変動の社会経済影響....3-57
3.4.4 緩和策の現状....3-57
3.4.5 社会・経済影響に関する評価のまとめ....3-58
3.5 流域各国の洪水対策....3-59
3.5.1 中国....3-59
3.5.2 ラオス....3-59
3.5.3 ベトナム....3-60
3.5.4 タイ....3-60
3.5.5 カンボジア....3-61
3.5.6 ミャンマー....3-62
3.6 ダム・水力の開発政策・開発状況....3-63
3.6.1 メコン河流域の水力開発の変遷....3-63
3.6.2 メコン河上流（Lancang 川）の水力開発....3-65
3.6.3 メコン河下流域の水力開発....3-65
3.7 流域各国のダム・エネルギー政策....3-67
3.7.1 中国....3-67
3.7.2 ラオス....3-72
3.7.3 ベトナム....3-80
3.7.4 タイ....3-86
3.7.5 カンボジア....3-89
3.7.6 ミャンマー....3-94
3.7.7 流域各国の電力政策のまとめ....3-96
3.7.8 GMS 広域連系計画....3-101
3.8 ESG 投資と水力開発....3-107
3.8.1 ESG 投資とは....3-107
3.8.2 ESG 投資の傾向とアプローチ....3-107
3.8.3 メコン河流域における水力開発投資....3-112
3.8.4 ESG 投資とエネルギーセクターの動向....3-119

3.8.5 大規模水力開発とタクソノミー....3-122
3.8.6 中国系機関によるメコン河流域の投資現況....3-126
3.8.7 大型水力発電事業に対する ESG 投資のインパクト....3-130
第 4 章 メコン河利用に係る流域各国の現状と協力枠組みの動向....4-1
4.1 メコン河利用に係る流域各国の現状....4-1
4.1.1 ラオス....4-1
4.1.2 タイ....4-1
4.1.3 カンボジア....4-2
4.1.4 ベトナム....4-3
4.1.5 中国....4-3
4.1.6 ミャンマー....4-4
4.2 MRC の主たる活動とガバナンス....4-4
4.2.1 MRC の組織体制....4-4
4.2.2 MRC の活動....4-6
4.2.3 MRC の動向....4-6
4.2.4 5 Procedures の適用条件....4-7
4.2.5 MRC の将来動向....4-12
4.3 既存協力枠組みの動向....4-13
4.3.1 日メコン協力....4-13
4.3.2 LMC....4-13
4.3.3 LMI（US-Mekong Partnership）....4-15
4.3.4 GMS....4-16
4.3.5 ACMECS....4-16
4.4 ドナーの動向....4-18
4.4.1 世銀....4-18
4.4.2 ADB....4-19
4.4.3 GTZ....4-19
4.4.4 AFD....4-19
4.4.5 アメリカ合衆国....4-20
4.5 メコン河流域における協力の動向....4-20
第 5 章 トンレサップ湖の環境社会影響....5-1
5.1 トンレサップ湖及び周辺流域の自然・社会・環境特性....5-1
5.1.1 流域の概要....5-1
5.1.2 自然環境....5-4
5.1.3 社会環境....5-12
5.2 開発によるインパクト....5-26
5.3 課題分析と必要な対応....5-39

第 6 章 メコンデルタの環境社会影響 6-1
6.1 背景 6-1
6.2 メコンデルタの社会・自然・環境特性 6-2
6.2.1 社会環境 6-2
6.2.2 自然環境 6-5
6.2.3 セクター毎の水資源利用状況 6-12
6.3 開発によるインパクト 6-16
6.3.1 メコンデルタの流況・洪水 6-16
6.3.2 メコンデルタへの土砂流入量の変動と河岸・海岸侵食 6-18
6.3.3 デルタ内での人為的要因による影響 6-31
6.3.4 諸外国による協力の経緯 6-35
6.4 課題分析と必要な対応 6-37
6.4.1 課題に対する要因分析 6-37
6.4.2 BDS 2021-2030 の戦略分野と優先アクション 6-39
6.4.3 諸外国による協力の方向性 6-40
第 7 章 メコン河流域の主要課題とグランドデザイン 7-1
7.1 流域の主要課題 7-1
7.2 メコン河流域の主要ダムおよび３S 流域の現状 7-1
7.3 主要課題の内容 7-4
7.3.1 河道の分断による生態系への影響 7-4
7.3.2 渇水及び洪水の被害増加 7-6
7.3.3 メコンデルタにおける塩水遡上の長期化と広域化 7-7
7.3.4 河岸浸食・海岸浸食の被害拡大 7-8
7.3.5 水質悪化による生態系への影響 7-8
7.3.6 被影響住民の生計へのインパクト増加 7-9
7.3.7 便益配分における不公平性 7-9
7.4 メコン河流域のグランドデザインと達成目標 7-10
7.4.1 達成目標に向けた活動手順 7-10
7.4.2 達成目標のイメージ 7-11
7.5 達成目標へ到達するためのロードマップの検討 7-13
7.5.1 検討手順 7-13
7.5.2 流況改善（生態系、渇水、洪水への影響）のためのロードマップ 7-13
7.5.3 流送土砂の管理強化のためのロードマップ 7-15
7.5.4 便益の不均衡是正のロードマップ 7-18
7.6 達成目標およびグランドデザインに到達するためのプロセス 7-20
第 8 章 メコン河流域の水資源管理に係る我が国の協力の方向性 8-1
8.1 我が国の協力の基本方針 8-1

8.1.1 協力の基本方針....8-1
8.1.2 達成目標の実現に向けての目標年....8-3
8.2 協力案件（候補）の検討アプローチと位置づけ....8-3
8.2.1 協力案件（候補）の検討に当たっての４つのアプローチ....8-3
8.2.2 協力案件（候補）のリストとその位置づけ....8-4
8.3 協力案件（候補）の概要....8-5
8.3.1 原因と結果の明確化と意思決定のための情報整備....8-5
8.3.2 合意形成とそれに基づく行動変容の推進....8-10
8.3.3 具体的な緩和策と適応策の促進....8-13
8.3.4 人材育成....8-17
8.4 その他の検討が必要な項目....8-18
8.4.1 緊急なアクションを要する事案....8-18
8.4.2 地域的な開発課題の改善のための対応....8-18
8.5 我が国の支援による協力案件（候補）....8-19

付表
付図
添付資料
A. ヒアリング調査結果（協議メモ）
B. メコン河流域ダム建設における関係者リスト
C. ESG 関連資料
D. 国内支援委員会議事録
E. 研究者リスト
F. 参考文献リスト

付表リスト

表 1.6.1 現地作業工程表（カンボジア国：実績） 1-2
表 2.1.1 流域国の政治・経済・社会情勢一覧 2-1
表 2.3.1 4 セクター（水力発電、漁業、農業、舟運）の便益比較 2-5
表 2.3.2 緩和策リスト（1 年以内の季節的な変化のケース） 2-9
表 2.3.3 MRC SP 2021-2025 の予想費用と資金源の内訳 2-12
表 2.4.1 Council Study のゾーン区分 2-13
表 2.5.1 各基幹開発メインシナリオのパラメーター 2-13
表 2.5.2 M3 シナリオ（2040 年）のサブシナリオの内容 2-14
表 3.1.1 季節変動（河川流量）の開始及び終息時期（Vientiane と Kratie） 3-1
表 3.1.2 水資源開発の影響度を調べるための水力開発サブシナリオ 3-4
表 3.1.3 水力開発サブシナリオの内容 3-5
表 3.1.4 メインシナリオで考慮された本川ダム 3-5
表 3.1.5 メインシナリオで考慮された国別支川ダム数 3-6
表 3.1.6 本川ダムにより貯水池となると想定される河道延長 3-7
表 3.1.7 各シナリオの月平均流量算定結果（主要 10 観測地点） 3-8
表 3.1.8 灌漑開発の影響度を調べるためのサブシナリオ 3-9
表 3.1.9 灌漑開発による本川流量への影響（サブシナリオ別） 3-11
表 3.1.10 気候変動に関するサブシナリオの内容 3-12
表 3.1.11 本川ダムにおいて提案されている緩和策 3-14
表 3.3.1 Council Study による 2040 年までの生態系指標の変化度の予測結果 3-30
表 3.3.2 Hydropower Mitigation Guidelines のケーススタディで検討された 本流ダムの生態系影響の評価項目 3-37
表 3.3.3 Hydropower Mitigation Guidelines のケーススタディのシナリオ 3-39
表 3.4.1 国別・収入源別・性別の世帯収入の中央値 3-51
表 3.4.2 国別・シナリオ別のセクター別収入の予測結果（百分率） 3-51
表 3.4.3 収入脆弱クラスのシナリオ間の比較結果 3-53
表 3.4.4 シナリオ別ゾーン別貧困人口(%)の比較 3-54
表 3.4.5 渇水年を想定した米作従事者の被害割合のシナリオ別比較 3-55
表 3.4.6 洪水年を想定した米作従事者の被害割合のシナリオ別比較 3-55
表 3.4.7 サブシナリオ別ゾーン別貧困人口(%)の比較 3-56
表 3.6.1 Lancang 川における水力開発 3-65
表 3.6.2 メコン河下流域の水力開発 3-66
表 3.6.3 メコン河支川の水力開発 3-66

表 3.7.1　2030 年までの電力輸出用電源開発計画 3-76
表 3.7.2　国際連系線（2017 年） 3-77
表 3.7.3　2030 年までの国際連系線候補（輸出用 IPP 占有使用を除く） 3-78
表 3.7.4　ベトナムの電力需要想定 3-82
表 3.7.5　ベトナムの電源構成（MW） 3-83
表 3.7.6　ベトナムの最大電力需要と供給上厳しい条件での発電設備出力 3-84
表 3.7.7　ベトナムと隣国との連系線（2015 年および 2016 年） 3-84
表 3.7.8　ラオス南部からベトナム中部への輸出入計画 3-85
表 3.7.9　電力開発計画におけるエネルギー比率 3-86
表 3.7.10　発電設備容量 3-87
表 3.7.11　電力輸入計画 3-89
表 3.7.12　タイの他国からの電力輸入計画 3-89
表 3.7.13　2030 年までの最大電力需要 3-91
表 3.7.14　2017 年・2018 年の電力供給実績（事業者種別ごと） 3-92
表 3.7.15　2017 年・2018 年の電力供給実績（発電種別ごと） 3-92
表 3.7.16　カンボジアの発電計画 3-93
表 3.7.17　2019 年から 2030 年までのカンボジアの電力需給バランスの概要 3-93
表 3.7.18　現状の国際連系線 3-94
表 3.7.19　ミャンマーの電力輸出用水力発電所（既設） 3-96
表 3.7.20　GMS 各国の電力の状況 3-96
表 3.7.21　GMS 連系線の拡張計画 3-105
表 3.8.1　西側諸国の ESG 投資額 3-107
表 3.8.2　ASEAN 諸国のグリーンボンド政策 3-109
表 3.8.3　ESG 投資の分類 3-110
表 3.8.4　メコン河流域の水力開発投資のタイプ 3-113
表 3.8.5　メコン河流域の水力開発に関わる出資者・融資者・買取者 3-114
表 3.8.6　出資者・融資者・買取者のウェブサイトから見た ESG に関わるスタンス 3-115
表 3.8.7　ESG 投資に関わるヒアリング結果 3-118
表 3.8.8　建設中の太陽光発電所（ベトナム） 3-121
表 3.8.9　EU タクソノミーにおける気候変動の緩和に関わる技術的スクリーニング・クライテリア 3-123
表 3.8.10　EU タクソノミーにおける気候変動への適応に関わる技術的スクリーニング・クライテリア 3-123
表 3.8.11　中国における水力発電事業に関連する機関 3-129

表 4.2.1 MRC の動向 4-6
表 4.2.2 PNPCR のルールの定義 4-9
表 4.2.3 水質の評価分類 4-12
表 5.1.1 トンレサップ湖の年平均水位、面積、容積 5-1
表 5.1.2 トンレサップ湖の年平均水収支 5-1
表 5.1.3 3S 流域のダム基数 5-3
表 5.1.4 3S に関する主たる調査及び関連報告書 5-4
表 5.1.5 Tonle Sap 地域の特徴的な土地形態の遷移 5-5
表 5.1.6 メコン河地域の主要な環境保護地域など 5-10
表 5.1.7 カンボジアの州別人口分布 5-13
表 5.1.8 Tonle Sap 地域のゾーン別生計手段の分析結果 5-20
表 5.1.9 Tonle Sap 地域およびカンボジアのメコンデルタ地域の ハビタット面積と漁獲高の推定値 5-21
表 5.2.1 シナリオ別・魚種別の 2007 年からのバイオマスの予測結果 5-27
表 5.2.2 ゾーン別・シナリオ別の生態系予測結果 5-28
表 5.2.3 Mekong Delta Study におけるシナリオ別漁獲高の予測結果 5-31
表 5.2.4 ダム開発による代表的な動物種の生息域の変化 5-33
表 5.2.5 世帯タイプ別の漁業データ 5-34
表 5.2.6 収入レベル別・州別の漁業に依存している住民の推定値 5-35
表 5.2.7 Tonle Sap 地域の課題についての意思決定層の認識の変遷 5-38
表 5.3.1 Tonle Sap で顕在化している課題とその現状分析結果 5-39
表 6.2.1 メコンデルタの人口、人口増加率及び密度 6-4
表 6.2.2 メコンデルタ及び各地域における貧困率 6-4
表 6.2.3 メコンデルタにおける保護区及び生物多様性の保全に資する地区 6-10
表 6.2.4 2014 年調査時に取りまとめられたメコンデルタ地域の農業農村野における課題 6-15
表 6.3.1 Tan Chau 観測所及び Chau Doc 観測所地点の流況予測 6-16
表 6.3.2 主要地点における各シナリオ下での洪水流量予測 6-17
表 6.3.3 メコンデルタにおける各シナリオ下での年平均洪水被害額 6-18
表 6.3.4 ISIS モデルによる将来シナリオにおける各主要地点における流砂量予測 6-20
表 6.3.5 各洪水イベントにおける洪水総流量、土砂輸送量、土砂割合 6-22
表 6.3.6 各期間における海岸線の堆積・侵食量 6-26
表 6.3.7 Council Study における各現象による稲作収穫量への影響評価 6-27
表 6.3.8 塩分濃度による作物への影響 6-29
表 6.4.1 メコンデルタで顕在化している課題とその現状分析結果 6-37

表 6.4.2　BDS で掲げる優先アクションと成果・貢献 6-40
表 6.4.3　Joint Transboundary Action Plan におけるアクションプラン 6-40
表 7.2.1　メコン河支流の水力開発（既設・建設中） 7-1
表 7.3.1　本川主要観測所における年平均洪水流量と年最大ピーク流量のシナリオごとの推定値 7-6
表 8.1.1　比較優位性のある水資源管理に関する日本の技術と知見 8-2
表 8.2.1　協力案件（候補）の位置づけ 8-5
表 8.3.1　原因と結果の明確化と意思決定のための情報整備のために提案した事業・活動 8-6
表 8.3.2　合意形成とそれに基づく行動変容の促進のために提案した事業・活動 8-11
表 8.3.3　具体的な緩和策と適応策の推進のために提案した事業・活動 8-14
表 8.3.4　人材育成のために提案した事業・活動 8-17

付図リスト

図 2.3.1　持続可能性指数の推移 2-6
図 2.3.2　MRC の包括的なリスク・影響緩和・プロジェクトサイクルの関係図 2-8
図 2.3.3　BDS/SP の目指す成果の階層構造と全体フレーム 2-11
図 2.4.1　数値モデル作成上のゾーン区分 2-12
図 2.5.1　各メインシナリオで配慮された本川・支川ダム群位置図 2-14
図 3.1.1　メコン河本流の流況(Vientiane と Kratie) 3-1
図 3.1.2　下流域の年間流出高（左）と同支流域の全流域に占める年間流出比率（右） 3-2
図 3.1.3　年間流量に占める出水域の比率（雨季・乾季別、Vientiane と Kratie） 3-3
図 3.1.4　メコン河本流主要地点（主要支流）の平均年間流出ハイドログラフ 3-3
図 3.1.5　貯水池建設による日流量ハイドログラフの形状変化 3-4
図 3.1.6　メコン河本川予想水位縦断図（Chaing Saen から Kratie まで、2040 年開発シナリオ） 3-6
図 3.1.7　各シナリオの平均流量算定結果及びその相互比較（主要 10 観測地点） 3-8
図 3.1.8　灌漑地域の分布状況（2007 年） 3-10
図 3.1.9　国別、シナリオ別の灌漑用水需要量の比較 3-10
図 3.1.10　Council Study で採用された代表濃度経路シナリオ（RCP4.5） 3-12
図 3.1.11　Chiang Saen におけるシナリオごとの月平均流量の推定値 3-13
図 3.1.12　メイン及びサブシナリオによる月平均流量の変化率（Pakse、Stung Treng） 3-13
図 3.1.13　流域平均月降雨量（119 観測所、2018 年～2020 年） 3-16

図 3.1.14　日水位ハイドログラフ（主要本川観測所、2018 年～2020 年） 3-17
図 3.1.15　本川からトンレサップ湖への累積逆流量の比較（2018 年～2020 年、及び長期平均） 3-18
図 3.1.16　下流域の渇水に関する週間予報（統合渇水指数：CDI） 3-19
図 3.2.1　土砂モニタリング位置図（DSMP 調査、2009-2013、MRC） 3-21
図 3.2.2　各開発シナリオにおけるメコン河流域の土砂生産量 3-22
図 3.2.3　支流域から本流への土砂供給量 3-23
図 3.2.4　Chiang Saen における浮遊砂量の変遷 3-23
図 3.2.5　Chiang Saen より下流における浮遊砂量の変遷 3-24
図 3.2.6　開発シナリオ別の本川沿いの将来流砂量予測 3-25
図 3.2.7　貯水池による補足土砂量（発生流域、シナリオ別） 3-25
図 3.3.1　Council Study における生態系影響の予測 3-27
図 3.3.2　DRIFT モデルにおける反応曲線の例 3-28
図 3.3.3　Council Study による 2040 年までの生態系健全度の予測結果 3-29
図 3.3.4　水力ダムに関わるサブシナリオ別の生態系影響の予測結果 3-33
図 3.3.5　水力ダムに関わるサブシナリオ別の魚類バイオマスと魚種構成の予測結果 3-34
図 3.3.6　水力ダムに関するサブシナリオと 2040CC の生態系影響の差 3-35
図 3.3.7　Hydropower Mitigation Guidelines のケーススタディにおける シナリオ別魚類バイオマスの比較 3-39
図 3.3.8　Council Study のサブシナリオ別、ギルド別魚類バイオマスおよび合計バイオマスの比較 3-41
図 3.4.1　Council Study の社会経済影響予測に関わるゾーン区分 3-43
図 3.4.2　社会経済予測における食糧生産に関わる評価のフレームワーク 3-44
図 3.4.3　社会経済予測における雇用予測フレームワーク 3-45
図 3.4.4　シナリオ別・ゾーン別の漁業生産高の予測結果 3-46
図 3.4.5　シナリオ別・ゾーン別の米生産高の予測結果 3-46
図 3.4.6　シナリオ別・ゾーン別の魚の余剰生産高（ゾーン内の需要に対する百分率） 3-47
図 3.4.7　シナリオ別・ゾーン別の米の余剰生産高（ゾーン内の需要に対する百分率） 3-48
図 3.4.8　M1 シナリオの 1 年目と 24 年目のゾーン別セクター別就業者数の変化の割合 3-49
図 3.4.9　M1 と比較した M2・M3 シナリオのゾーン別セクター別就業者数の変化の割合 3-50
図 3.6.1　1950 年以降メコン河における水資源開発の趨勢 3-63
図 3.6.2　メコン河における水力発電の設備容量の変遷と展望 3-63
図 3.6.3　既設および計画中の水力開発 3-64

図 3.6.4 中国によるカンボジア、ラオス、ミャンマーにおける水力開発投資の推移（設備容量） 3-67
図 3.7.1 中国のダム建設の推移 3-68
図 3.7.2 中国のエネルギー消費量の推移 3-70
図 3.7.3 中国南方電網送電網 3-71
図 3.7.4 中国南方電網および国家全体の電源構成比（2013 年～2017 年） 3-72
図 3.7.5 中国南方電網の電源構成比（2018 年） 3-72
図 3.7.6 エネルギー種別発電量（2017 年） 3-74
図 3.7.7 ラオス国電力需要想定 3-75
図 3.7.8 最大電力需要と計画設備容量および電力需要と発電量の予測 3-75
図 3.7.9 2030 年までの国際連系線候補（輸出用 IPP 占有使用を除く） 3-78
図 3.7.10 ベトナムの電力供給体制 3-81
図 3.7.11 ベトナムの系統開発計画での地域区分 3-82
図 3.7.12 ベトナムの電源構成の推移 3-83
図 3.7.13 ベトナム電力輸出入計画 3-85
図 3.7.14 2037 年までの最大電力需要と設備容量 3-88
図 3.7.15 2030 年の設備容量 3-88
図 3.7.16 2010 年から 2019 年までの最大電力需要 3-91
図 3.7.17 2030 年までの最大電力需要 3-91
図 3.7.18 最大電力需要想定 3-95
図 3.7.19 将来の電力需給バランス 3-96
図 3.7.20 ラオスとベトナムにおける雨季乾季の出力変動比 3-98
図 3.7.21 メコン河沿岸国の電力融通の状況 3-99
図 3.7.22 タイ- ラオス - ベトナムの国際連系の現状 3-99
図 3.7.23 ラオスの水力開発事業者の国籍と設備容量 3-100
図 3.7.24 ラオスの水力発電の売電先内訳 3-100
図 3.7.25 ラオスの水力発電の売電先（タイ・ラオス）ごとの開発業者の国籍の内訳 3-101
図 3.7.26 検討対象となる国際連系線 3-103
図 3.7.27 ADB 調査で選定された新規最適電源開発案 3-104
図 3.7.28 ADB 調査で選定された広域連系線 3-105
図 3.7.29 世銀調査で選定された広域連系線 3-106
図 3.7.30 中国と GMS 諸国との電力融通構想 3-106
図 3.8.1 全投資額に占める ESG 投資の割合 3-108
図 3.8.2 ASEAN の国別グリーン，ソーシャル，サステナビリティボンドの累積発行額 3-109

図 3.8.3 タイプ別の ESG 投資規模 3-110
図 3.8.4 メコン河流域のダム建設における資金の流れとステークホルダー 3-112
図 3.8.5 世界のエネルギー消費量の推移（エネルギー源別、一次エネルギー） 3-120
図 3.8.6 世界のエネルギー需要展望（エネルギー源別、一次エネルギー） 3-121
図 3.8.7 ASEAN タクソノミーの枠組み 3-124
図 3.8.8 中国 PRI 署名機関数の変化 3-126
図 3.8.9 近年の ESG ファンドの変化 3-127
図 3.8.10 大型水力発電プロジェクトの資金調達 3-130
図 4.2.1 MRC 全体組織図 4-5
図 4.2.2 MRC-S 組織図 4-5
図 4.2.3 カンボジア NMC 組織図 4-5
図 4.2.4 ラオス NMC 組織図 4-5
図 4.2.5 ベトナム NMC 組織図 4-5
図 4.2.6 PDIES によるモニタリングネットワーク 4-8
図 4.2.7 PDIES Data Portal インタラクティブ気候変動マップ 4-8
図 4.2.8 PNPCA の適用範囲 4-9
図 4.2.9 PMFM の流況評価基準 4-10
図 4.2.10 モニタリングを行っている水文観測所 4-11
図 4.2.11 水質のモニタリングステーション 4-12
図 4.3.1 LMC-Water の組織図 4-15
図 5.1.1 トンレサップ湖及び周辺流域の水文特性 5-1
図 5.1.2 トンレサップ湖の流入・流出パターン 5-2
図 5.1.3 トンレサップ湖水位と湛水面積との 関係 5-2
図 5.1.4 2S 流域のダム位置図 5-3
図 5.1.5 カンボジアの土地被覆図 5-5
図 5.1.6 Tonle Sap 地域の土地利用図 5-6
図 5.1.7 カンボジアの環境保護地域 5-10
図 5.1.8 カンボジアの Key Biodiversity Area と Important Bird Area 5-11
図 5.1.9 トンレサップ湖の窒素とリンの濃度の季節変動 5-11
図 5.1.10 カンボジアの年齢別・性別人口分布 5-14
図 5.1.11 カンボジアの人口密度の分布 5-15
図 5.1.12 カンボジアの人口増加率の分布 5-16
図 5.1.13 カンボジアの貧困率の分布 5-17
図 5.1.14 国道内の Tonle Sap 地域の区分 5-18

図 5.1.15　Tonle Sap 地域の集落の分布 5-18
図 5.1.16　Tonle Sap 地域の人口の分布 5-19
図 5.1.17　カンボジアの漁獲高の変遷 5-22
図 5.1.18　Tonle Sap 地域およびカンボジアのメコンデルタ地域におけるコミュニティ漁業の分布 5-23
図 5.1.19　Tonle Sap 地域およびカンボジアの漁業禁止区域の分布 5-24
図 5.1.20　Tonle Sap 川の大規模定置網漁業（ダイ）のモニタリングデータに基づく漁獲高の推移 5-25
図 5.2.1　Mekong Delta Study の対象範囲 5-29
図 5.2.2　Mekong Delta Study におけるシナリオ別の漁業影響の予測結果 5-30
図 5.2.3　ダム開発による動物相の生息域への影響 5-32
図 5.2.4　セクター別の世帯ネット収入 5-35
図 5.2.5　地域別世帯ネット収入の分布 5-36
図 5.2.6　将来シナリオ別の住民の生計手段戦略と世帯収入の変化 5-37
図 6.1.1　Current Opinion in Environmental Sustainability 6-2
図 6.2.1　Mekong Delta の行政区域及び水文特性 6-3
図 6.2.2　メコンデルタの雨量観測所位置図（左）と月平均雨量（1984-2015）（右） 6-5
図 6.2.3　メコンデルタにおける流量及び水質観測所の位置図 6-6
図 6.2.4　Tan Chau 観測所及び Chau Doc 地点の近年の流況 6-6
図 6.2.5　メコンデルタにおける水路の分布と 2000 年の洪水による浸水エリア 6-7
図 6.2.6　ベトナム及びメコンデルタにおける土地利用分布(2014 年時点) 6-8
図 6.2.7　農業・生態系及び水理特性に基づいたメコンデルタのゾーニング 6-9
図 6.2.8　メコンデルタにおける保護区及び IUCN による保護地域の指定状況 6-10
図 6.2.9　メコン下流域における主要な水質成分の分析結果 6-11
図 6.2.10　ベトナム国内各流域のセクター毎の水資源配分 6-14
図 6.3.1　SWAT モデルによる現在及び M1~M3 シナリオにおける各流域からの メコン主流への土砂流入量 6-19
図 6.3.2　3W Model による土砂輸送量予測（左　”Definite future” シナリオ、中央　”Full-Buildout” シナリオ、右　“Full-Buildout”シナリオから主流ダムを除いた場合） 6-21
図 6.3.3　2009 年洪水時における土砂動態シミュレーション結果 6-22
図 6.3.4　各洪水イベントにおける SSC 分布(左　スルースゲート開門前、右　スルースゲート開門後) 6-23
図 6.3.5　WebGIS Map Monitoring Mekong Delta’s River Banks and Coastline の例 6-24
図 6.3.6　河岸浸食量のモニタリング結果（左　調査対象範囲、　右　河岸侵食量） 6-25

図 6.3.7　海岸線における堆積・侵食状況 6-26
図 6.3.8　メコンデルタにおける洪水の減少による稲作の収穫量への影響　(左 M1 2007 年, 右 M3CC 2040 年) 6-28
図 6.3.9　メコンデルタにおける土砂供給量の減少による稲作の収穫量への影響　(左 M1 2007 年, 右 M3CC 2040 年) 6-28
図 6.3.10　メコンデルタにおける塩水遡上による稲作の収穫量への影響　(左 M1 2007 年, 右 M3CC 2040 年) 6-29
図 6.3.11　塩水遡上の境界線の比較 6-30
図 6.3.12　メコンデルタへの塩水遡上の分布 6-30
図 6.3.13　塩水遡上の分布図（左　1998 年時点、 右　M3 シナリオ） 6-31
図 6.3.14　メコンデルタにおける砂利採取量の推定値及び塩水遡上の状況 6-32
図 6.3.15　メコンデルタ内の 8 観測所地点による地下水水位の変動 6-33
図 6.3.16　メコンデルタにおける地下水位の低下と地盤沈下の状況 6-34
図 6.3.17　3 つの地下水利用シナリオにおけるメコンデルタにおける将来的な海抜の予測 6-35
図 6.3.18　メコンデルタにおける土地利用及び水管理システム整備の方向性 6-36
図 6.4.1　課題と要因の相関図 6-37
図 7.2.1　メコン河本川および支川の主要カスケードダム 7-3
図 7.2.2　Sekong 川流域ダム地点位置 7-4
図 7.3.1 トンレサップ湖上下流の月平均流量の比較（Phnom Penh と Tan Chau 観測所） 7-5
図 7.4.1　Theory of Change のイメージ図 7-11
図 7.5.1　改善（生態系、渇水、洪水への影響）のためのロードマップ 7-14
図 7.5.2　流送土砂の管理強化のためのロードマップ 7-17
図 7.5.3　便益の不均衡是正のためのロードマップ 7-19
図 7.6.1　達成目標およびグランドデザインに到達するプロセス（Theory of Change） 7-21
図 8.3.1　原因と結果の明確化と意思決定のための情報整備 8-6
図 8.3.2　合意形成とそれに基づく行動変容の促進 8-10
図 8.3.3　具体的な緩和策と適応策の促進 8-14
図 8.3.4　人材育成 8-17

略 語 表

略語	英語	日本語
ACMECS	Ayeyawady-Chao Praya-Mekong Economic Cooperation Strategy	イラワジ・チャオプラヤ・メコン経済協力戦略会議
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AFD	Agence Française de Développement	フランス開発機構
AMPERE	Australian-Mekong Partnership for Environmental Resources & Energy Systems	環境資源とエネルギーシステムのためのオーストラリア-メコンパートナーシップ
ARI	Annual Return Interval	年間頻度
ASEAN	Association of South East Asian Nations	東南アジア諸国連合
BDP	Basin Development Plan	流域開発計画
BDS	Basin Development Strategy	流域開発戦略
BSM	Benefit Sharing Mechanism	便益の配分メカニズム
CCAI	Climate Change and Adaptation Initiative (MRC)	気候変動適応策イニシアティブ
COP	Conference of the Parties	締約国会議
CS	Council Study	カウンシルスタディ
CR	Council Report	カウンシル報告書
DF/R	Draft Final Report	最終報告書（案）
DNSH	Do No Significant Harms	顕著な損害を与えない
DSF	Decision Support Framework	意思決定フレームワーク
E(S)IA	Environmental (and Social) Impact Assessment	環境（社会）影響評価
EMS	Energy Management System	エネルギー監理システム
ESG	Environment, Social and Governance	環境・社会・ガバナンス
F/R	Final Report	最終報告書
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GMS	Greater Mekong Subregion	大メコン圏
HYCOS station	Automatic Hydrological Monitoring Station	自動水文観測所
ICEM	International Centre for Environmental Management	国際環境管理センター
ICHARM	International Center for Water hazard and Risk Management under the auspices of UNESCO	水災害・リスクマネジメント国際センター
ICOLD	International Commission on Large Dam	世界大ダム会議
IC/R	Inception Report	インセプションレポート
IFC	International Finance Corporation	国際金融公社（世界銀行グループ）
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	気候変動に関する政府間パネル
IPP	Independent Power Producer	独立系発電事業者
IR	International Relations/ Investor Relations	国際関係/ 投資家関連
IT/R	Interim Report	インテリムレポート
IWRM	Integrated Water Resources Management	統合水資源管理
JEM	Joint Environmental Monitoring	合同環境調査
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	（独）国際協力銀行
JCOLD	Japan Committee of Large Dam	日本大ダム会議
JICA	Japan International Cooperation Agency	（独）国際協力機構

JUMPP	Japan-US Mekong Power Partnership	日米メコン電力パートナーシップ
Lao PDR	Lao Peoples' Democratic Republic	ラオス人民民主共和国
LMB	Lower Mekong Basin	メコン河下流域
LMC/MLC	Lancang-Mekong Cooperation/ Mekong-Lancang Cooperation	瀾滄江メコン協力/ メコン瀾滄江協力
LMECC	Lancang-Mekong Environmental Cooperation Center	瀾滄江メコン環境協力センター
LMI	Lower Mekong Initiative	メコン下流イニシアティブ
LMWRCC	Lancang-Mekong Water Resources Cooperation Center	瀾滄江メコン水資源協力センター
LNMC	Lao National Mekong Committee	ラオスメコン河委員会
MRC	Mekong River Commission	メコン河委員会
MRC-IF	MRC-Indicator Framework	MRC の指標体系
MRCS	Mekong River Commission Secretariat	メコン河委員会事務局
NARBO	Network of Asian River Basin Organizations	アジア河川流域管理機関ネットワーク
NGO	Non-governmental Organization	非政府組織
NIPs	National Indicative Plans	国家指標計画
NMC	National Mekong Committee	国家メコン委員会
NMCS	National Mekong Committee Secretariat	国家メコン委員会事務局
PCM	Project Cycle Management	プロジェクトサイクルマネジメント
PDIES	Procedures for Data and Information Exchange	データ・情報の交換・共有規定
PNPCA	Procedures for Notification, Prior Consultation and Agreement	通報・事前協議・合意規定
PMFM	Procedure for the Maintenance Flows on the Mainstream	本流維持流量規定
PWQ	Procedure for Water Quality	水質規定
PWUM	Procedure for Water Utilization Monitoring	水利用モニタリング規定
SATREPS	Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development	地球規模課題対応国際科学技術協力
SEA	Strategic Environmental Assessment	戦略的環境影響評価
SIWI	Stockholm International Water Institute	ストックホルム国際水研究所
SOBR	State of the Basin Report（MRC）	流域現況報告書
SDGs	Sustainable Development Goals	持続可能な開発目標
SP	Strategic Plan	戦略計画
SWAT	Soil and Water Assessment Tool	-
TbEIA	Transboundary EIA	越境環境影響評価
TNMC	Thai National Mekong Committee	タイメコン河委員会
UN	United Nations	国際連合
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe	国連欧州経済委員会
UNEP	United Nations Environment Programme	国連環境計画
VNMC	Viet Nam National Mekong Committee	ベトナムメコン河委員会
WB	World Bank	世界銀行

第 1 章　　調査の概要

1.1　　調査実施の背景

我が国は 1950 年代よりメコン河流域開発に対する協力を継続的に実施し、流域各国（タイ、ラオス、カンボジア、ベトナム、中国、ミャンマー）と良好な関係を築いてきた。一方で、約 70 年間が経過し、メコン河流域の水資源開発・水力開発、インフラ建設は急速に進むとともに、民間企業の参入も加速し、そこに参加するステークホルダーは多様化している。大規模なダム開発に伴い各国の水利用と電力供給は発展を遂げた一方、2000 年以降は、特に下流域では環境社会影響が徐々に顕著となり、生態系や沿川住民の生活に重大な影響を及ぼし始めている。

中国領内のメコン河上流（Lancang 川）での水力開発が、2000 年以降、急速に進展し、ラオスやカンボジア、ベトナムでも水力開発が進み、近年これらのダム建設・運用による生態系、農業・漁業、流域住民の社会生活への負の影響が深刻になりつつある。セクターごとの課題や累積された影響度の評価など、MRC（Mekong River Commission）の Council Study や多くの研究者の論文で取り上げられ、科学的知見も徐々に集積されてきた。他方、長期的な流況パターンの変化と生態系変化のメカニズム、流域規模の土砂移動と河道形状の変動との関連性など、未解明の問題も多く存在する。上流域のダム開発、土地利用の変化に加えて気候変動による影響は、メコン河の水文・水理特性に変化を生じさせ、ラオス中央部やトンレサップ湖、メコンデルタ等での負の影響の緩和が課題となっている。

一方、メコン地域には、ドナーや関係国の協力方針、外交政策を反映し重層的なイニシアティブが複数存在しており、流域国の水資源管理に係る政策・計画策定を支えている。中でも、中国が主導する 2016 年に設立された Lancang Mekong Cooperation（LMC）は活動を活発化し、流域国との協力関係を一層強めており、存在感を増している。

このような状況のもと、我が国の流域外という中立的立場と先進的な科学技術を生かしつつ、同流域の水資源の有効利用と負の環境影響抑制に向け、実現可能な協力方針案の策定とそれに基づく流域国への持続可能な協力の実現が求められている。

1.2　　本調査の目的

本調査は、メコン河流域各国が抱える水資源管理の課題、本川・支川でのダム開発による環境社会影響を明確にし、どのような関係者に対し何を働きかければ、メコンのダム群の環境社会影響にも配慮した運用ができるのか、協力戦略を検討するための基礎情報収集を目的とする。情報収集は、メコン河流域の 6 ヶ国（タイ、カンボジア、ラオス、ベトナム、ミャンマー、中国）及び日本国内を調査対象とする。収集した情報をもとに、流域各国の政治力学、利害関係等のローカルコンテクストを整理し、課題、問題の構造を洗い出した上で、メコン河流域の水資源管理に係る協力方針案を策定する。また、国内外の関連分野の研究者インベントリを作成し、学識経験者とのネットワークを強化することを目指す。

1.3 実施体制

調査団は、日本工営株式会社の社員で構成され、担当は、業務主任者/国際河川管理/水資源政策（1）、副業務主任者/エネルギー政策/水力発電、ダム開発による環境社会影響（1）、水理モデル/データ管理、水資源政策（2）、ダム開発による環境社会影響（2）（2 名）の全 7 名で構成され、開始から完成まで当初計画と同じ要員が従事した。

1.4 実施期間

本調査の実施期間は、2020 年 2 月～2022 年 3 月までの約 26 ヶ月間である（当初計画は、2020 年 2 月～2021 年 3 月までの 14 ヶ月（契約変更：2021 年 3 月））。

1.5 実施方法

調査は、インターネットを通じた情報収集と、水資源管理、水力開発に関する流域国政府関係者、主要なドナー関係者、大学の研究者、等に対する zoom または Teams 機能を使用したオンラインのヒアリングにより情報収集を行った。その情報を国内で総合的に分析・整理し、本報告書を取りまとめた。尚、当局から渡航が許可されたカンボジアについては、現地作業（1 ヶ月間 : 2021 年 1 月～2 月）を実施し、現地踏査を通じて情報収集に努めた。

1.6 現地調査実績

コロナ禍における限られたリソース、アクセス可能性と安全面に配慮し、流域（沿川 6 ヶ国）の中で、特にその課題の要因や対策実施上、重要と考えられる地域・支流域の選定を目指したが、最終的に現地調査対象国はカンボジアのみとなった。

課題分析作業に際し参照し、活用した資料は、(1) MRC 基幹報告書、(2) 各国関係機関・関係者との協議・ヒアリング結果、(3) 現地踏査結果及び収集資料、(4) 関連するテーマの研究論文、である。カンボジア国の現地作業工程（実績）を表 1.6.1 に示した。

表 1.6.1 現地作業工程表（カンボジア国：実績）

	氏名	担当業務
現地業務従事者	元木佳弘	業務主任者/国際河川管理/水資源政策(1)
	奥田　到	ダム開発に関する環境社会影響(1)
	勝濱良博	水資源政策(2)

日付			滞在地	業務内容	関連事項
1	2021/1/15	金	日本→ソウル（仁川）→プノンペン	移動（OZ101/OZ739）	プノンペン空港でPCR検査受診 Sokha Hotel（プノンペン市内）
2	2021/1/16	土	プノンペン	作業工程の調整、関係者への連絡、等	現地での作業開始、作業環境整備
3	2021/1/17	日	プノンペン	関連資料の分析作業・手順の確認、等	
4	2021/1/18	月	プノンペン	関係機関へのヒアリング項目の検討、準備及び関連資料の分析作業（環境・社会影響、水資源管理、ダム建設・エネルギー政策）、現地踏査工程の詳細検討・準備、傭人の手配、等	・重要資料の選別と課題分析の方法論の詰め ・JICAカンボジア事務所との連携、関係機関との連 ・SASTREPチームとのWeb協議（1/19 14:30～） ・カンボジア工科大学とのWeb協議
5	2021/1/19	火	プノンペン		
6	2021/1/20	水	プノンペン		
7	2021/1/21	木	プノンペン		
8	2021/1/22	金	プノンペン		

凡例：CNMC、Cambodia National Mekong Committee、MOE: Ministry of Environment、MME: Ministry of Mines and Energy
MAFF: Ministry of Agriculture, Forest and Fisheries、MOWRAM: Ministry of Water Resources and Meteorology

表 1.6.1　現地作業工程表（実績：カンボジア国）（続き）

9	2021/1/23	土	プノンペン	関連資料の分析・ヒアリング準備作業	
10	2021/1/24	日	プノンペン	関連資料の分析・ヒアリング準備作業	
11	2021/1/25	月	プノンペン	関係機関のヒアリング	ヒアリングの準備
12	2021/1/26	火	プノンペン	関係機関のヒアリング（オンライン）	CNMC、MOE、MME
13	2021/1/27	水	プノンペン	関係機関のヒアリング（オンライン）	MAFF、 WB、ADB
14	2021/1/28	木	プノンペン	PCR検査受診（午前中） 関係機関のヒアリング（オンライン）	Tonle Sap Authority
15	2021/1/29	金	プノンペン	JICAカンボジア事務所にて進捗報告	検査結果を受領しSokha Hotelをチェックアウト、Emion Hotelへ移動
16	2021/1/30	土	プノンペン	ヒアリング結果の整理	
17	2021/1/31	日	プノンペン	現地踏査の準備	
18	2021/2/1	月	プノンペン	関係機関への訪問（直接面談及びオンライン）	・カンボジア工科大学（直接面談） ・Regional Flood and Drought Management Center（直接面談） ・GIZ （オンライン）
19	2021/2/2	火	プノンペン	関係機関への訪問（直接面談） 現地踏査	・MOWRAM（直接面談） ・現地踏査（プノンペンの南約70km付近河岸浸食地点、本川沿いの右岸側、Leuk Daek村）
20	2021/2/3	水	プルサット	現地踏査（トンレサップ湖:南側の水上集落） （プノンペン～プルサット）	Chhunok Tru、Kampong Luong、対岸（東側）の保全地区（Daug Sderng 村付近）
21	2021/2/4	木	シェムリアップ	現地踏査（トンレサップ湖:南側の水上集落＝シェムリアップ付近） （プルサット～バッタンバン～シェムリアップ）	Battambang市内の洪水リスク、河川状況、Chong Kneas、Phnon Krom（Boat Associationが存在）、佐藤智之(1)氏ヒアリング、他
22	2021/2/5	金	プノンペン	現地踏査（トンレサップ湖:北側の水上集落＝シェムリアップ付近） （シェムリアップ～コンポントム～プノンペン）	Siem Reap川市内の河川状況（水質汚染）、Kampong Phluk（Chief of Tourism Association）、他
23	2021/2/6	土	プノンペン	現地踏査結果の整理と準備	
24	2021/2/7	日	クラチェ	現地踏査（本川沿い） （プノンペン ～コンポンチャム～クラチェ）	Kampong Cham付近の河岸浸食箇所（橋梁上流約200m、右岸） 中国支援の本川架橋建設現場（Kratieより下流へ約66km地点） Sambor Dam 計画地点（Kratie上流）、Lower Sesan 2 Dam（Se San川）、LS2建設時の移住民移転先、他
25	2021/2/8	月	スタントレン	現地踏査（クラチェ～スタントゥレン）	Stung Treng Dam 計画地点、中国支援の本川橋梁（Stung Treng）及びSe Kong川橋梁、他
26	2021/2/9	火	プノンペン	現地踏査（スタントゥレン～クラチェ～スオン～プノンペン）	Kratie G/S、国道7号線沿いの開発状況、プノンペン郊外新都市開発地点（ベトナム国境付近）、他
27	2021/2/10	水	プノンペン	現地踏査結果の整理	PCR検査受診（National Institute of Public Health）
28	2021/2/11	木	プノンペン	現地踏査結果の整理	検査証明書を受領（日本国外務省の指定により出発72時間以内の受診が義務付けられた）
29	2021/2/12	金	プノンペン出発 （現地23:55）→	帰国準備 移動（OZ740/OZ102）	
30	2021/2/13	土	→仁川→成田帰着 （12:50）		

：隔離期間　　脚注:(1,　シェムリアップ淡水魚研究所代表（シェムリアップ在住）

出典：調査団

巻末の添付資料 A に関連機関へのヒアリング結果をまとめて掲載した。

1.7　本報告書の構成

本報告書は 8 章から構成され、各章の内容は以下の通りである。尚、2021 年 3 月に変更契約が交わされ、課題分析（トンレサップ湖及びその周辺地域とメコンデルタ地域）に係る業務が追加となったため、章構成は原契約の特記仕様書とは異なる。

第 1 章：調査の概要
第 2 章：メコン河流域の水資源管理に係る基本情報
第 3 章：メコン河概況及び環境社会影響
第 4 章：メコン河利用に係る流域各国の現状と協力枠組みの動向
第 5 章：トンレサップ湖の環境社会影響
第 6 章：メコンデルタの環境社会影響
第 7 章：メコン河流域の主要課題とグランドデザイン
第 8 章：メコン河流域の水資源管理に係る協力方針案
添付資料
英文要約（別冊）

1.8 本調査の論理的枠組み

本調査は、特記仕様書に従い、下記 5 項目に係る情報を収集し、ダム運用による環境社会影響に係る流域の課題、問題を分析した（第 2 章～第 4 章)。特に、トンレサップ湖及びその周辺地域とメコンデルタに関しては、課題のメカニズムを詳細に分析し、その結果を掲載した（第 5 章、第 6 章)。

(ア) メコン河の概況及び環境社会影響
(イ) MRC 及び流域各国による水資源管理
(ウ) ダムの開発政策や開発状況
(エ) 各イニシアティブの動き
(オ) 流域各国の認識、各国関係者

その課題のメカニズムの分析結果に基づき、特にダム運用に関係する環境社会配慮上、重要と考えられる 9 つの主要課題を抽出し、3 つの大課題に分類した。一方で、メコン河流域の水資源管理に係る将来の目指すべき「グランドデザイン（上位目標)」（＝遠い将来）を設定し、そのもとで、本調査で提案する協力案件の実施の先にある、ダム運用の改善による水資源管理の目標（「達成目標」）を設けた（=比較的近い将来)。この「達成目標」に至るまでのプロセスを 3 つの大課題ごとに検討し、ロードマップを作成した（第 7 章)。今後、この目標に到達するための様々な活動＝介入（緩和策・適応策）が必要となるが、これらの活動を 4 段階のアプローチに分類し、特に、我が国が有する比較優位の技術の有効活用に配慮し、合計で 17 の協力案件を提案した。これらは、我が国の責任機関、特に（独）国際協力機構地球環境部水資源グループの主導のもとでの実施を想定しているが、それ以外の複数部署との協働が必要なものも含む（第 8 章)。

＜本報告書中の「緩和策・適応策」の定義＞

「緩和策（mitigation)」：水力開発・ダム運用がもたらす様々なリスクと負のインパクトを「緩和する」対策を指す（例えば、ダム運用ルールの改善、バイパス水路の設計・建設、など)。

「適応策(adaptation)」：順応的管理・対策全般を指す（モニタリング、土砂管理、流域管理、など)。

尚、気候変動を議論する箇所については、通常の定義（緩和策：地球温暖化の原因となる温室効果ガスの排出を抑制する対策、適応策：自然や人間社会の在り方を調節する対策）を用いて説明する。

第 2 章　メコン河流域の水資源管理に係る基本情報

2.1　流域国の社会・経済

メコン河流域 6 ヶ国の政治体制・内政、経済、社会情勢に関する主要指標の情報を、表 2.1.1 に一覧表として掲載した。

表 2.1.1　流域国の政治・経済・社会情勢一覧

指標	単位	タイ	ラオス	カンボジア	ベトナム	中国	ミャンマー	出典
政治体制	ー	立憲君主制	人民民主共和制（ラオス人民革命党）	立憲君主制	社会主義共和国	人民民主先制（中国共産党）	軍事政権（2021年2月に移行）	*3
元首	ー	マハー・ワチラロンコン・ボディンタラーテーパヤワランクーン国王陛下（ラーマ10世王、2016年10月即位）	ブンニャン・ヴォーラチット国家主席（ラオス人民革命党書記長）	ノロドム・シハモニ国王（2004年10月即位	チャン・ダイ・クアン国家主席	習近平（総書記）（2012年）	タン・シュ国家平和発展評議会議長	*3
議会	ー	国家立法議会（220名）	国民議会（一院制、149名）	二院制、上院全62議席、下院全125議席	一院制（500名）、任期５年	全国人民代表大会（全人代）	二院制（民族代表院＝上院、人民代表院＝下院）	*3
首相	ー	ー	トンルン・シースリット（党政治局員）	フン・セン（人民党党首）	グエン・スアン・フック	李克強	ミン・アウン・フライン国軍最高司令官（暫定首相）	*3
主要産業	ー	農業、輸送機器、化学、食品加工、商業	農業、縫製業、公益業（水力発電事業）	農林水産業、縫製業、建設業、観光業	農林水産業、鉱業、縫製業、通信機器製造	機械類及び輸送用機器類、軽工業生産品、化学工業生産品	農業、天然ガス、製造業	*3
名目GDP（2019年）	億米ドル	5,436	182	271	2,619	143,429	761	*1
1人当たりGDP（2019年）	米ドル	7,808	2,535	1,643	2,715	10,262	1,408	*1
実質GDP成長率	%	4.1	6.5	7.3	7.1		2.1	*2
通貨	ー	バーツ、1ドル＝33.215バーツ、1円=0.2895バーツ	キープ、1ドル=11,279.0キープ、1円＝98.505キープ	リエル、1ドル＝4,074.0リエル、1円＝35.564リエル	ドン、1ドル=22,693.0ドン、1円=198.19ドン	人民元、1ドル=6.3613元、1円＝0.05554元	チャット、1ドル＝1,778.0チャット、1円＝15.5273チャット	*4
面積	1,000km^2	513	237	181	331	9,600	677	*3
人口（2019年）	万人	6,963	717	1,649	9,646	139,772	5,405	*1
民族	ー	大多数がタイ族。その他、華僑、マレー族、山岳少数民族等	ラオ族約半数他、計49民族	カンボジア人（クメール人）が90%とされている	キン族（越人）約86%、他に53の少数民族	漢民族約91%、他55の少数民族	ビルマ族約70%、その他多くの少数民族	*3
言語	ー	タイ語	ラオス語	カンボジア語	ベトナム語	中国語	ミャンマー語	*3
宗教	ー	仏教94%、イスラム教5%	仏教	仏教（一部少数民族はイスラム教）	仏教80%、カトリック、カオダイ教他	民族宗教（22%）、仏教（18%）、キリスト教、イスラム教	仏教90%、キリスト教、回教等	*3

出典：*1 世銀、World Development Indicators database
*2 通商白書2019
*3 アセアン統計データ集
*4 https://jp.investing.com/currency-converter/（2022年1月13日）

2.2 流域国の水資源管理に係る組織・法制度

(1) タイ

水資源に関する行政機関：水資源政策に関する関係各省の調整機関は国家水資源委員会（National Water Resources Committee）である。水資源管理は、天然資源環境省（MoNRE:水資源、海洋資源、鉱物資源、森林資源等の天然資源、環境管理）及び農業・共同組合省が担当し、事業実施は主に水道公社等が行っている。また、洪水管理に関しては、王立灌漑開発局（RID）が所管している。このほか、タイメコン河国内メコン委員会（TNMC）があり、副首相が委員長を務め、事務局は首相府傘下の国家水資源局（Office of the National Water Resources; ONWR）に属している。

政策・計画 : 2015 年 5 月、国家水資源委員会と水資源マネジメント政策委員会（Policy Committee for Water Resources Management）の共同による水資源マネジメント戦略 2015-2026（WRMS）が提出された。その後、2018 年、水法（Water Act：全 9 章、106 項で構成）が制定され、現在、これがタイにおける水資源開発・管理に関する政策の基本となっている。

(2) ラオス

水資源に関する行政機関:水資源の開発・管理は、水と水資源法に基づき天然資源環境省（MONRE）が管轄する。ラオス国家メコン委員会（LNMC）の事務局も MONRE に属する。他に、エネルギー鉱山省（水力開発、MEM）、公共事業運輸省（都市排水）、保健省（村落地域における水供給及び都市・村落地域における衛生）等がある。

政策・計画：

- 「水と水資源法（Law on Water and Water Resources：2001 年施行）」において IWRM（Integrated Water Resources Management）の原則について、水資源の所有、国による河川管理、水資源のモニタリングや評価、総合的な流域管理計画に基づいた水資源配分、水源保全のための住民コンサルテーション等を規定している。
- 「水供給法（Water Supply Law）、2009 年」は、水と水資源法に規定のない水供給及び下水道分野に関して規定している。

(3) カンボジア

水資源に関する行政機関： 水関連省庁としては、水資源気象省（MoWRAM:水資源管理・開発、洪水・渇水対策等）、環境省（MoE:水環境、排水規制等）、鉱工業エネルギー省（MME:電力・エネルギー開発）、農村開発省（MRD:共同栓事業等）等がある。このほか、トンレサップ湖及びトンレサップ川流域の管理・保全・開発の調整機関としてトンレサップ監督庁（TSA）や、カンボジア国内メコン委員会（CNMC）がある。

政策・計画：

- 水資源管理法（Law on Water Resources Management, 2007）により表流水と地下水の両者を含めた水資源管理、水利用コミュニティや洪水管理に関して規定視している。

- 国家水資源政策（National Water Resources Policy、2004 年）では、効果的な水資源管理のため、河川流域管理・開発、湛水資源の適切な開発・管理等について定めている。

(4) ベトナム

水資源に関する行政機関：水資源行政を担う最高決定機関は、首相直属の国家水資源委員会で水資源法に基づき関係各省を調整し実施している。水資源管理は天然資源環境省が担当し、農業農村開発省（灌漑、洪水防御、村落給水等）主に事業実施を行っている。他に、工業省（水力発電）、建設省（都市給排水）、運輸省（河川運輸）、公共保健省（飲料水の水質・衛生管理）等がある。また、ベトナム国内メコン委員会（VNMC）があり、委員長は天然資源環境大臣が務め、事務局も天然資源環境省（Ministry of Natural Resources and Environment）に属している。

政策・計画：水資源法（Law on Water Resources, 2012、全 10 章、79 項）により全国規模かつ総合的な水資源管理を実施している。流域単位での開発・保全・利用の総合的管理、水資源利用への許認可制、越境河川の管理等について規定している。本水資源法は、2013 年 1 月 1 日から施行された。

(5) 中国

水資源に関する行政機関：水資源の開発・管理は、水利部が水資源行政全般を所管している。主要な流域に関してては流域水利委員会が各流域の流域管理を行っている。 そのほかに、住宅・都市農村建設部（水道技術基準等）、環境保護部（環境保護政策の策定と実施）、国家発展・改革委員会（水道政策等）、衛生部（水道水質基準の設定、モニタリング等）等がある。

政策・計画：

- 2002 年制定の「水法」により水資源（表流水及び地下水）の管理に関して国家としての統一的な管理を推進している。水資源に関する統一的な計画、取水許可制度、排水規制、水資源の監視・測定等の精度を導入した。
- 2011 年、「国務院による水利改革発展を加速させることに関する決定（中央一号文件）」において、厳格な水資源の管理、開発利用抑制、水利用効率の向上、水質汚染の改善等の方針を明文化した。

(6) ミャンマー

水資源に関する行政機関：水資源を全国レベルで一括して管理するための組織として、2013 年、大統領令に基づき、副大統領を議長に任命し国家水資源委員会（NWRC：National Water Resources Committee）が設立され、運輸・通信省（MOTC: Ministry of Transport and Communication）が管轄官庁である。

政策・計画：2014 年、国家水政策（NWP: National Water Policy）が承認され、流域、河川、湖沼、貯水池、地下水、海岸を含むミャンマーで最初の統合的な法律が制定された。

2.3 MRC の基幹報告書

2.3.1 The Council Study（2011-2018）

(1) 背景と目的

Council Study は、2011 年 8 月に開催された第 18 回 MRC 理事会において、その実施が決められた。この背景としては、今後のメコン河流域の人口増加や経済発展に対応するためには、さまざまな開発が実施される可能性がある。特に、メコン河本川のラオスなどの上流部における大規模な水力発電のためのインフラ開発などが行われ、かつ気候変動を考慮した場合に、その下流域の関連する各種分野に具体的にどのような影響が及ぶかについて、十分な検討を行っておくことが必要と判断された。その検討結果に基づき、メコン河の本川における適切な開発計画を策定できるようにすることが主な目的であった。そのため、Council Study の具体的な目的として、次の３点が示された。流域スケールのこの類の調査としては初めての試みであった。

1) メコン河流域における開発がもたらす環境、社会的、経済的な正負の影響に基づいて、信頼できる科学的な証拠を提供すること
2) メコン河流域の持続的な開発と管理に必要な情報を参加国に提供すること
3) Council Study 実施を通じて参加国への技術移転と能力強化を促進すること

そして、水資源開発としては、水力発電、漁業、農業、舟運の 4 つのセクターでの開発シナリオを想定し、その影響評価を予測する分野として 6 分野、つまり、(a) 農業と土地利用の変化、(b) 家庭用水と工業用水の利用、(c) 洪水防御施設、(d) 水力発電開発、(e) 灌漑、(f) 航行を含む交通、を選定し、比較検討を行った。

(2) 各セクターの経済分析結果

比較対象とした 4 セクター（水力発電、漁業、農業、舟運）の算定便益（NPV:現在価値）を表 2.3.1 に示す。これら 4 セクターの 2007 年、2020 年及び 2040 年シナリオの比較では、漁業を除き、十分な経済面の改善が見込まれる結果となっている。ただし、この予測手法はこれらセクター内部のみの効果を考慮したものであり、経済全体の連結性や持続的な開発をどう実現するか、という視点を含まない、と Council Study（”Snapshot of the MRC Council Study findings and recommendations”）では述べている。Council Study で採用した開発シナリオついては 2.5 節に示す。

表 2.3.1　4セクター（水力発電、漁業、農業、舟運）の便益比較

In billion US$		Hydropower	Fisheries	Agriculture	Navigation	SUM	%
M1: 2007 baseline	Cambodia	0.0	30.5	62.2	0.9	93.7	
	Lao PDR	1.2	8.3	42.5	0.3	52.3	
	Thailand	1.0	15.0	154.8	0.5	171.3	
	Viet Nam	6.8	18.9	98.7	5.6	130.0	
	LMB	**9.1**	**72.9**	**358.1**	**7.3**	**447.4**	
Differences to M1							
M2: 2020 plans	Cambodia	6.6	-4.7	65.3	1.3	68.4	+73%
	Lao PDR	19.8	-3.7	3.2	0.1	19.5	+37%
	Thailand	27.6	-6.4	2.2	0.4	23.9	+14%
	Viet Nam	9.2	-1.7	21.0	8.2	36.6	+28%
	LMB	**63.3**	**-16.5**	**91.7**	**9.9**	**148.4**	**+33%**
M3: 2040 plans	Cambodia	12.0	-6.3	67.3	8.5	81.6	+87%
	Lao PDR	34.8	-5.0	5.8	1.9	37.5	+72%
	Thailand	80.1	-8.2	4.1	2.9	78.9	+46%
	Viet Nam	24.9	-3.2	26.3	55.5	103.6	+80%
	LMB	**151.8**	**-22.6**	**103.5**	**68.9**	**301.6**	**+67%**

出典：Snapshot of the MRC Council Study findings and recommendations, Council Study, Sep.2019, MRC

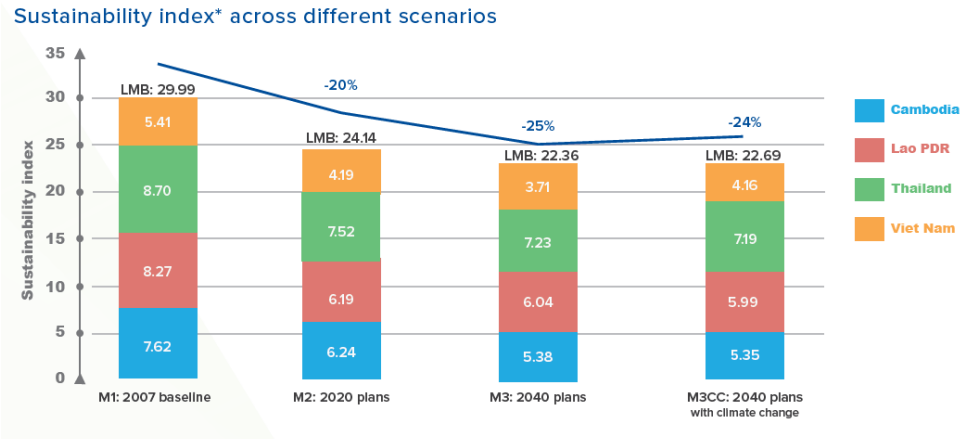
(3)　流域スケールの負のインパクト

Council Study（Snapshot of the MRC Council Study findings and recommendations, 2019 年 12 月の検討結果の中で、各国の開発計画のネガティブなインパクトに着目し、特に以下の点に警鐘を鳴らしている。

- 現在の（下流国の）国家開発計画は、高い便益をもたらすグループと便益をもたらさない水力開発と農業拡張プロジェクトから構成され、それらの計画は流域規模の視点から見ると、最適とは言えず持続的でもない。
- 水力開発と労働集約的な農業への過度な投資は、外部費用と他セクターへの影響が要因となり GDP の成長を押し下げる可能性がある。
- 現在の国家開発計画は、これらの開発から得られる便益が適正に配分されない限り、食糧確保と収入の保障が改善されないがために、メコン河影響回廊（Mekong Impact Corridor）の強靭性の低下と脆弱性の悪化を招く要因となり得る。貧困レベルは、どのシナリオでもさほど大きな変化はないと予測されるが、全体的には悪化すると見られる。
- 現在の国家開発計画のもとで、下流域国すべての人々にとっての食糧の安全保障を維持するには、メコン河影響回廊（河道から左右両岸各 15km 以内の地域）の中における栄養不良層の顕著な増加を避けるため、効果的で好ましい分配網や下流域国間の協力が求められる。
- 水力開発と漁業の間のトレードオフは重大な問題である。魚種構成と漁業資源に対する影響は、たとえ先進的な対策を講じたとしても完全に排除する事は難しい。
- セクターを跨る便益配分の欠如のもとで、もし国家開発計画が実施されれば、下流域国の持続

可能性指数はかなり下降すると見られる。

- 舟運セクターで追加投資が行われなければ、下流域における内陸水運の成長はかなり低く抑えられるだろう。メコン河沿いのいくつかの河道における舟運は、より速く、しかし高価で環境汚染をもたらす道路輸送との競合のために全く成長しないか、衰退すると見込まれる。
- 気候変動は、負の影響を増幅すると見られる。より乾燥した気象シナリオの下では、下流域、特にカンボジアにおいて、食料の安全保障と GDP の成長において顕著なリスクがある。これらの負の影響には、海水面の上昇、塩水遡上の深刻化、メコン河年平均流量の変動性、極端な洪水及び渇水事象による影響を含む。



出典：Snapshot of the MRC Council Study findings and recommendations, Council Study, Sep.2019, MRC

図 2.3.1　持続可能性指数の推移

(4)　水資源開発による潜在的な便益

Council Study では、上記(3)で述べた負のインパクトに相反して、水資源開発による潜在的な便益について下記のとおり言及している。

- 水力発電は、4 つのセクター（水力発電、漁業、農業、舟運）全体のおよそ半分の成長ポテンシャルを持っている。
- 水力発電は、電力の安定性を増加できる。水力や他のエネルギー源からの供給電力へのアクセス増加は、地方村落の生計や農業セクターの費用軽減（例えば、散水機やポンプの稼働費）、を改善するポテンシャルを有する。
- 灌漑能力の増強に伴う農地の拡張は、コメの生産増と生産経費の削減により食糧安全保障に貢献する。
- 水力発電による乾季におけるメコン河本流の流量増は、一定の河道区間における灌漑農業に便益をもたらし、メコンデルタの海水遡上を軽減する。
- 水力発電ダムによる十分な河道水深は、舟運を増加し、浚渫を軽減し、通年に渡り大型船舶の通行を可能とする。
- 舟運の開発は、貨物と旅客の低炭素型の水路輸送を強化し、河川ツーリズムをも活性化する。

- 洪水と渇水に関する問題は、雨季における貯水を可能とし下流の洪水ピーク流量制御を手助けする水力発電ダムの確実な共同運営を通じてより良く管理される。
- 最大リスクの懸念される地域における洪水防御工事は、将来予測される洪水被害の増加を相殺できる。

2.3.2 The MRC Hydropower Mitigation Guidelines

(1) 概要

本ガイドラインは、MRC Council Study とほぼ同時期の 2015 年から 2018 年にかけて作成され、水力開発によるリスク、正・負のインパクト、脆弱性について詳述している。特に、下記の 5 つの分野における緩和手法について、緩和策の階層及びプロジェクトのサイクルに配慮した緩和策を提案している。

1) 水文と流況
2) 河川地形と土砂
3) 水質
4) 漁業と水生生態環境
5) 生物多様性、天然資源と生態系サービス

また、上記の緩和策は、水力開発によって生じる 5 つの共通した流況変化ごとに、その緩和策を分類し整理している。

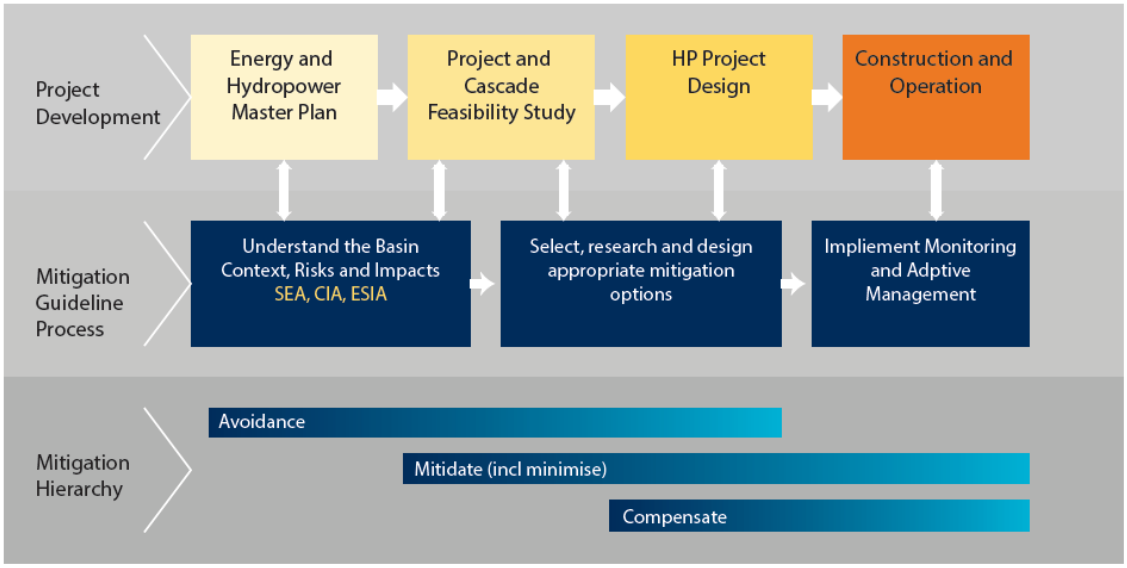
I : 1 年以内の季節的な変化（流域内の大規模貯水池建設による）
II : 1 日以内の短期的な流量・水位の変化（ピーク発電による）
III : 河道連続性の損失（大ダム建設による）
IV : 貯水池の湛水（河川から湖沼への変換による）
V : 河道の付替え及び流域変更（一部河道区間が無水状態となる）

これら MRC Hydropower Mitigation Guideline で提案している成功事例に基づく軽減策をメンバー国と開発事業者が適用し、困難なトレードオフについても影響を緩和し、最小化していくことの重要性を指摘している。尚、本 Guideline の文書全体は、Guideline、Manual、Case Study、Knowledge Base（Data Inventory・Library of Technical Papers）の 4 部から構成される。

(2) 緩和策の階層とプロジェクトサイクルの関係

プロジェクトサイクル（調査・計画/設計・施工・運用の各段階）に応じて、3 つの階層、つまり回避（Avoidance）、最小化（Minimization）、補償（Compensation）といった緩和策を適切に適用することの重要性を強調している。例えば、水力開発プロジェクトのマスタープランの段階では、第一にインパクトを「回避」するために、代替の場所、開発規模、（水力以外の）エネルギー源などの検討が求められる。また、フィージビリティ調査段階では、インパクトの「回避」の可能性を残しつつも、現実

的により関連性が高い視点は、影響の「最小化」である。この段階で、プロジェクトは、環境社会影響を最小化するとともに、経済便益を最大化するための最適設計が求められる。また、運用段階では、詳細な環境社会影響評価（ESIA）により影響緩和は困難と位置付けられた場合は、「補償」の検討を迫られることもあり得る。マニュアルでは、リスクと影響緩和策及びプロジェクトサイクルの関係を図 2.3.2 の通り提示している。



出典：The MRC Hydropower Mitigation Guidelines Vol.1, January 2019, P.4

図 2.3.2　MRC の包括的なリスク・影響緩和・プロジェクトサイクルの関係図

本ガイドラインは、水力開発による社会環境への影響をできるだけ緩和させるための実践的な手引きと言える。しかし、本調査では、コロナウィルスの感染拡大で現地での調査（カンボジア以外での）ができず十分な情報を収集できなかったため、その関係機関での適用状況についてはさらなる確認が必要である。

(3)　緩和策の一例（I:1 年以内の季節的な変化のケース）

ガイドラインに示された、「I: 1 年以内の季節的な変化のケース」についての緩和策リストを表 2.3.2 に示す。

表 2.3.2 緩和策リスト（1 年以内の季節的な変化のケース）

a. リスク/インパクト

水文と流況 1) 洪水と低水（渇水）の発生時期と継続時間の変化 2) 洪水ピーク流量と低水流量の変化、ハイドログラフの平滑化 3) トンレサップ湖への流量とデルタにおける塩水遡上の変化 河川地形と土砂 1) 取水と洗堀による河岸浸食の増加に伴う植生の損失 2) 下流への流送土砂減少による河床のアーマリングと細粒土砂のふるい分け現象 3) 植生の繁茂による水路の狭窄化 4) 支川と本川の流れの分断、支川の回春作用による浸食または堆砂 5) 上流での洪水位上昇に伴う、背水による堆砂現象	水質 1) 下流の季節的温度パターンの変化と損失 2) 水温の上昇と藻の成長リスクを伴う透明度の増加 漁業と水生生態環境 1) 回遊性と産卵誘引の欠如 2) 洪水パルスの減少と関連する生産性の損失 3) 地形変化に伴う生息数の減少 生物多様性、天然資源と生態系サービス 1) 土砂と栄養塩運搬時期のずれによる湿地帯機能の変化 2) 湿地と氾濫域における個体数の減少

b. 緩和策の選択肢

計画/ 設計/ 施工 MP＝マスタープラン、F=フィージビリティ調査、 D=設計、C=施工		運用	
選択肢	指標	選択肢	指標
(I.1) 回避策 (I.1.1) ホットスポット地区へのリスクとインパクト回避のためのダム計画回避（MP） (I.1.2）水文及び土砂へのインパクト軽減に配慮した建設地点選定（MP）	影響を受ける河川延長、下流域への流量と流砂量の貢献度	（適用外）	（適用外）
(I.2) 緩和策 (I.2.1) 放流規則の開発（MP & F） (I.2.2) 放流のための合同運用規則の開発（F） (I.2.3) 大型ゲート付洪水吐/複数水位で放流口、低水位排砂施設の設計（D） (I.2.4) バイパス水路の設計（F & D）	雨季・乾季の最低流量、水理パラメータ、流量規模、継続時間、発生時期	(I.2.5) 疑似自然流量（人工放流、環境流量） (I.2.6) 発電所の運用を通じた季節流量パターンの維持 (I.2.7) 季節パルス維持のための毎年の排砂スルーシング (I.2.8) インパクトの監視	最低流量、雨季の開始時期、雨季/乾季流量の規模と継続時間（流量頻度曲線）、魚種の多様性/生存数の変化、流砂量と土砂移動の時期、塩水遡上の程度と発生時期
(I.3) 補償策 以下項目の計画と実施 (I.3.1) (I.3.2)	湿地帯の減少面積と復元面積、湿地帯のハビタット	(I.3.3) 洪水氾濫域と湿地帯の減少及び回復状況の監視	魚種及びその他の水生生物の多様性/生存数の変化
(I.4) 適応策 ・運用規則の実行 ・緩和策の実行監視のためのステークホルダー会議を含むモニタリング ・モニタリングによる適応管理の指導 ・水質維持及び土砂移動量減少の改善のための流域管理活動			

出典：The MRC Hydropower Mitigation Guidelines, Vol.1, Jan.2019, MRC　Page 26-28

2.3.3 State of The Basin Report 2018

最新の情報に基づいて基本的に 5 年ごとに作成される MRC 基幹報告書の一つで、本報告書は MRC 発足から 3 回目の出版。メンバー国とその他の利害関係者に対して、流域の水資源開発・利用・管理のための十分な基礎資料を提供することを目的としている。MRC の指標体系（MRC's Indicator Framework）: 環境、社会、経済、気候変動、協力の 5 分野を網羅し、流域の現況について述べている。また、上流中国の Lancang 川流域についても現状レビューを掲載している。

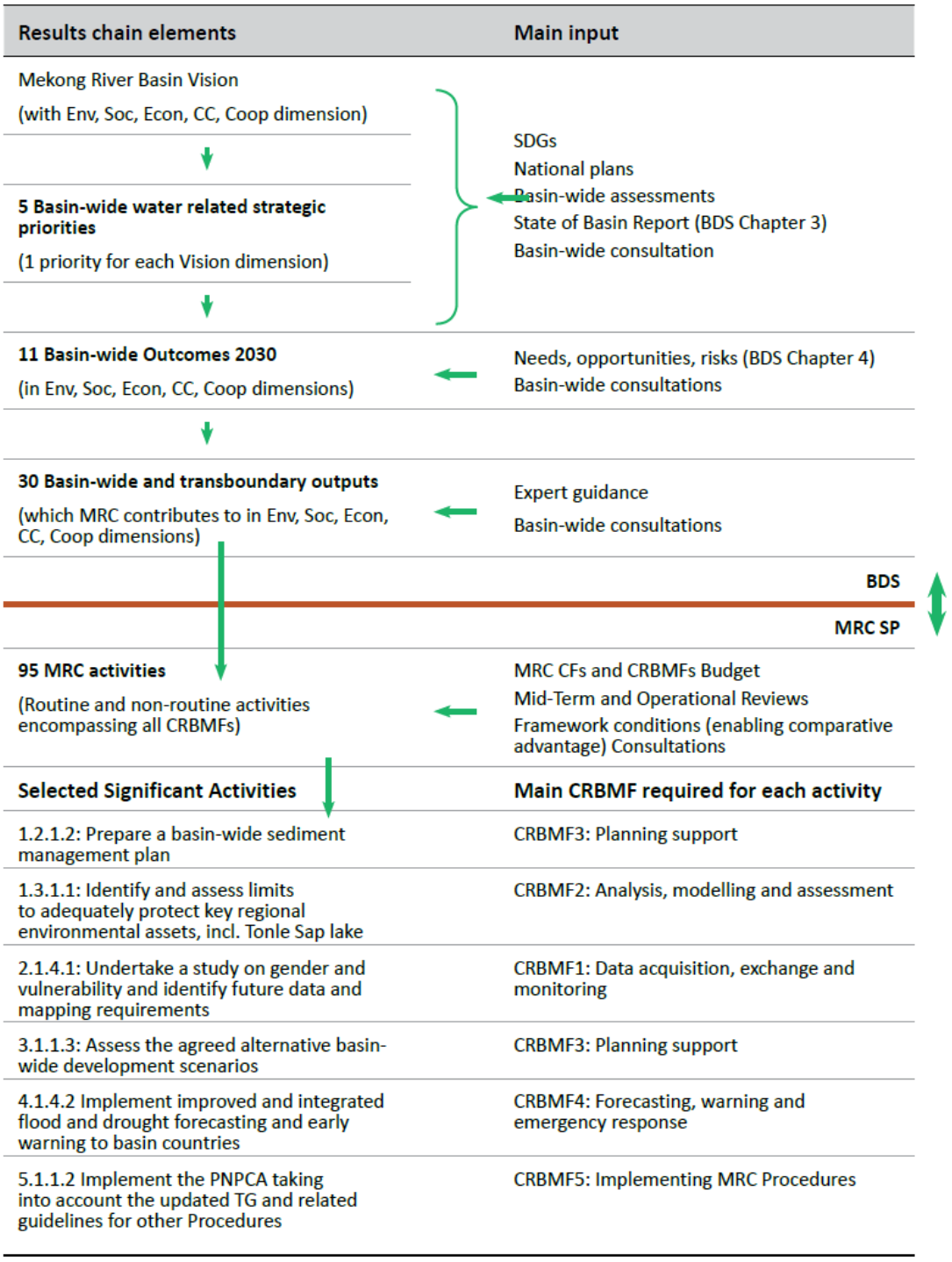
2.3.4 Basin Development Strategy 2021-2030 & Strategic Plan 2021-2025

(1) 計画概要

MRC は BDS 2021-2030 & SP 2012-2025 の最終版を 2021 年 4 月に公表した。ドラフト版（Complete Second Draft of Part I and First Draft of Part II）は、2020 年 4 月時点で公開されていた。このドラフト版からの最終版への修正点は、Part 2 MRC Strategic Plan の第 8 章 MRC Results Chain に"Supporting COVID-19 recovery"が追記された点である。ここではパンデミックからの復興に係る活動の予算も追加計上されている。BPS では、MRC の優先的な 4 つの活動領域と核となる機能（core river basin management functions：CRBMFs）を規定し、流域全体の調和のとれた発展を目指し、SOBR、MRC-IF、SDGs などにも配慮し、以下に示す 5 つの戦略的優先分野(strategic priorities)を特定した。

1) 環境：メコン河流域の生態系機能の維持
2) 社会：流域の水及び関連する資源へのアクセスと利用を可能にする
3) 経済：水と関連するセクターの最適で持続可能な開発の強化
4) 気候変動：気候リスク及び極端な洪水と渇水に対する適応性の強化
5) 協力：すべての流域国と利害関係者間の協力の強化

各戦略的優先分野のもとに具体的な活動、実施主体、関連する成果、予算が計画され、記載されている。この SP 2021-2025 は、BDS 2021-2030 の中の第 1 期の活動と捉えることができ、BDP 総体として今後の 10 年間の MRC の優先的な活動計画を示すものと捉えることができ、今後の流域スケールの水資源管理を見据える上で重要な一つの指針と認識する。図 2.3.3 に計画全体のフレームを示す。尚、次期の SP2026-2030 は 2025 年に策定が想定されている。



出典：BDS 2021-2030 & MRC SP 2021-2025 (April 2021, MRC)

図 2.3.3　BDS/SP の目指す成果の階層構造と全体フレーム

(2)　予算

MRC SP の実施にかかる予算額は総額で US$60.5mil.(約 67 億円、USD1.0=JPY111)、年間平均で US$12.1mil.(約 13.4 億円/年)と計上されている。概略の予算と資金ソース内訳を表 2.3.3 に示す。

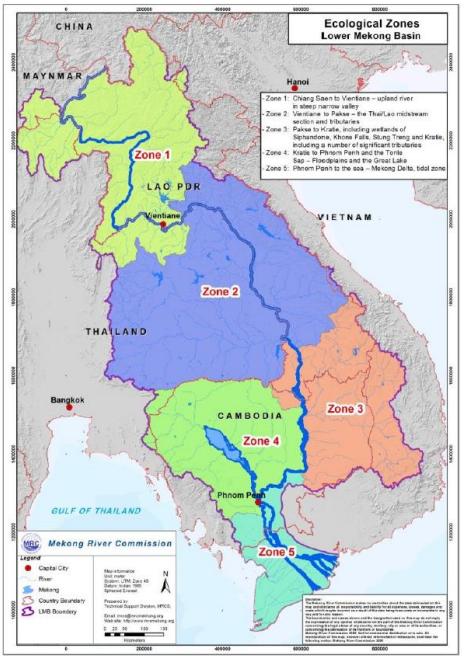
表 2.3.3　MRC SP 2021-2025 の予想費用と資金源の内訳

Budget and Contributions	Million USD	Share (%)
Budget		
Fixed cost (staff and administration)	29	48
Routine CF and CRBMF activities	19	31
Non-routine CF and CRBMF activities	12.5	21
Total	60.5	100
Contributions		
Member Countries	25	41
Development Partners (Basket Fund and Earmarked Fund)	35.5[1]	59
Other contributions	tbc	tbc
Total	60.5	100

出典：BDS/SP（P183）

2.4　流域のゾーニング

Council Study では、環境社会影響を評価するために、図 2.4.1 に示す通り下流域を 5 分割（ゾーニング）し、数値モデルを作成している。このゾーニングが基本的なゾーニングとして適用されていると考えられるが、一方で、影響する範囲をもう少し細区分し評価するため、生態系と、気候変動の影響（食料保障）については、より細分化したゾーン区分をそれぞれ採用している。これらのゾーニングの相違を表 2.4.1 に整理する。



出典：The Council Study- Modelling the Impacts of Climate Change and Development Infrastructure on Mekong Flow, Sediment Regimes and Water Quality, Modelling Volume 1: Summary Report, Jan. 2018, MRC

図 2.4.1　数値モデル作成上のゾーン区分

[1] 現地新聞報道（2021 年 6 月 5 日付 Vientiane Times）によると、オーストラリア、ドイツ、スイス各政府から総額 US$13 mil.（約 14.4 億円）が MRC の BDS/SP の実施目的での無償資金供与が調印・公表された。これは、上表の US$35.5 mil.（Development Partners の担当分）の一部と考えられ、計画予算額の約 37%に該当する。

表 2.4.1　Council Studyのゾーン区分

数値モデルのゾーン区分		生態系への影響評価		気候変動の影響評価	
Zone 1	中国国境から Vientiane まで	Zone 1	中国国境から Pak Beng まで		
Zone 2	Vientiane から Pakse まで	Zone 2	Pak Beng から Vientiane まで	Zone 2 Zone 2B Zone 2C	Main- Lao PDR Upper Thailand Lower Thailand
Zone 3	Pakse から Kratie まで	Zone 3	Vientiane から Nam Kam Town まで	Zone 3 Zone 3B Zone 3C	Main- Lao PDR Thailand- Mainstream Thailand-Songkhram
Zone 4	Kratie から Phnom Penh までとトンレサップ湖の氾濫原	Zone 4	Nam Kam Town から Stung Treng まで	Zone 4C	Kratie から Vietnam 国境まで
Zone 5	Phnom Penh から河口まで	Zone 5	Stung Treng から Kampong Cham まで	Zone 5A Zone 5B	Tonle Sap River Tonle Sap Lake
		Zone 6	Tonle Sap River の Prek Kdam とカンボジア氾濫平野	Zone 6A Zone 6B	Vietnam Delta-fresh water Vietnam Delta-saline
		Zone 7	トンレサップ湖		
		Zone 8	カンボジア/ベトナム国境から河口までのメコンデルタ		

出典：Council Study 関連報告書の記述をもとに作成、調査団

2.5　開発シナリオ

Council Study では、以下に示す基本的に 3 つの基幹シナリオが設定された。

- M1：6 つのセクターの 2007 年時点の開発状況（インフラ、土地利用等）
- M2：6 つのセクターにおける既設、建設中及び 2020 年までに完成見込みの開発計画
- M3：6 つのセクターにおける M2 の内容に 2040 年までに建設予定の開発計画を追加

また、M3 については、サブシナリオとして気候変動を考慮したもの（=M3CC、ただし、中には M4 と記載するドキュメントも見受けられる）が採用された。表 2.5.1 にその概要を示す。

表 2.5.1　各基幹開発メインシナリオのパラメーター

メインシナリオ			水資源関連セクターの開発レベル						気候変動	洪水氾濫域
			ALU	DIW	FPI	HPP	IRR	NAV		
M1	2007	Baseline Scenario 2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	1985-2008	2007
M2	2020	Definite Future Scenario 2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020	1985-2008	2020
M3	2040	Planned Development 2040	2040	2040	2040	2040	2040	2040	1985-2008	2040
M3CC	2040CC	Planned Development Scenario 2040	2040	2040	2040	2040	2040	2040	Mean warmer & wetter	2040

凡例：ALU=農業・土地利用、DIW=上水道・工業用水、FPI=洪水防御施設、HPP=水力開発, IRR=灌漑、NAV= 舟運
出典：The Council Study- Key messages from the Study on Sustainable Management and Development of the Mekong River Basin, including Impact of Mainstream Hydropower Projects

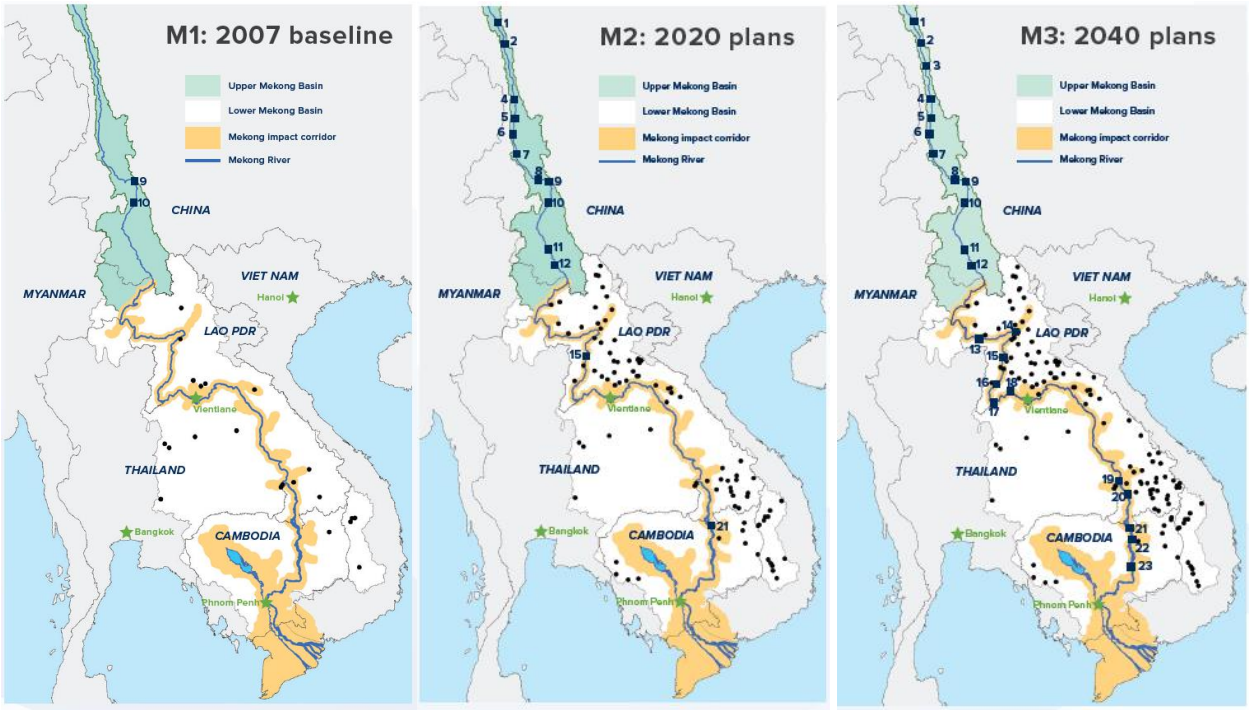
さらに、M3 シナリオに関しては、水力開発、農業・土地利用、灌漑、洪水防御、気候変動の各分野

で表 2.5.2 に示すサブシナリオ（計 12 案）が想定され、影響評価が行われた。また、図 2.5.1 にメインシナリオで配慮された本川・支川ダムの位置図を示す。

表 2.5.2　M3シナリオ（2040年）のサブシナリオの内容

分野	コード	サブシナリオの内容 （2040 年開発シナリオ:M3 に加えて）
水力開発	H1a	気候変動を考慮、ただし発電ダムは 2007 年の状態
	H1b	気候変動を考慮、かつ下流域の支川ダム・中国の本川ダムを含むが、下流域の本川ダムは含まない
	H3	気候変動を考慮、かつ緩和策及び主な発電ダムの連携運用を考慮
農業・土地利用	A1	気候変動を考慮、ただし、農業・土地利用は 2007 年レベル
	A2	気候変動を考慮、かつ農業開発は最大レベル
灌漑	I1	気候変動を考慮、ただし、灌漑インフラは 2007 年レベル
	I2	気候変動を考慮、かつ灌漑開発は最大レベル
洪水防御	F1	気候変動を考慮、ただし、洪水防御・護岸インフラは 2007 年レベル
	F2	気候変動を考慮、かつ、洪水防御・護岸インフラは都市部：100 年確率洪水に対応、氾濫域管理：20 年確率洪水に対応
	F3	気候変動を考慮、洪水管理・防御のために主要ダムの連携運用を考慮
気候変動	C2	より降雨量が多い気象条件下で海水面上昇を考慮
	C3	より乾燥した気象条件下で海水面上昇を考慮

出典：Snapshot of the MRC Council Study findings and recommendations, Sep. 2019, MRC



出典：表 3.4.2 に同じ

図 2.5.1　各メインシナリオで配慮された本川・支川ダム群位置図

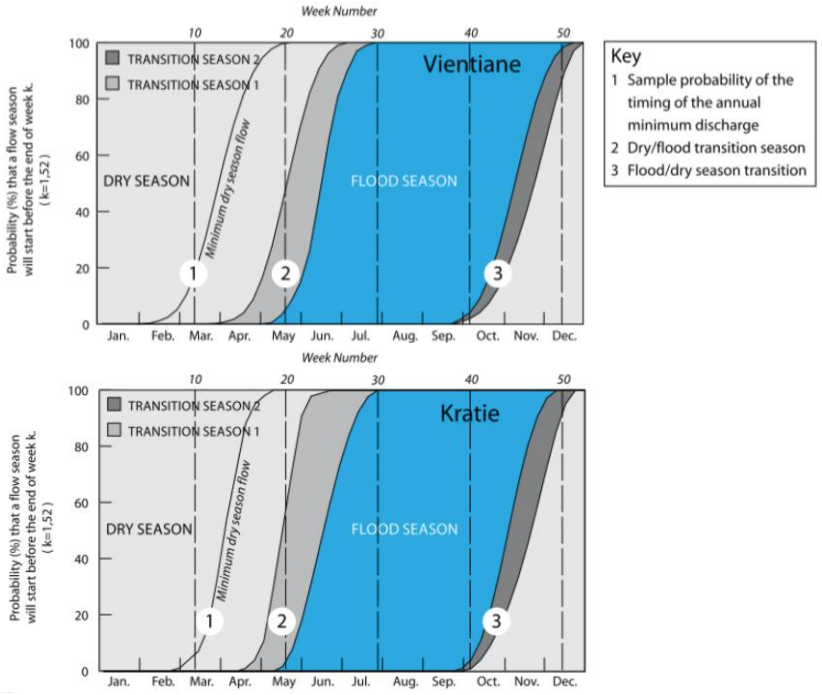
第 3 章　メコン河概況及び環境社会影響

3.1　水文・水理状況

3.1.1　ダム建設と運用による影響

(1)　基本流況

モンスーン性気候の影響を強く受けるアジアの河川では、季節的な流出サイクルを持つものがたくさん存在するが、中でもメコン河は、流出の季節的変動サイクルが極めて明確に区分される。最も重要な特徴は、雨季から乾季、乾季から雨季に移る遷移期間の振れ幅（偏差）が小さい（開始時期の変動が数週間以内に収まる）ことである。メコン河本流の流況を図 3.1.1、Vientiane と Kratie の年間の流出サイクルを表 3.1.1 に示す。なお、図 3.1.1 中の縦軸は非超過確率（%）、横軸は時間（1 月～12 月）をである。



出典：The MRC Hydropower Mitigation Guidelines Vol.2, January 2019, MRC

図 3.1.1　メコン河本流の流況(Vientiane と Kratie)

表 3.1.1　季節変動（河川流量）の開始及び終息時期（Vientiane と Kratie）

Vientiane	Week of occurrence	
Annual calendar variable	average	Standard deviation (weeks)
Minimum Discharge	14	2.1
Dry season end	21	1.9
Flood season start	25	2.2
Flood season end	45	2.1
Dry season start	47	2.4

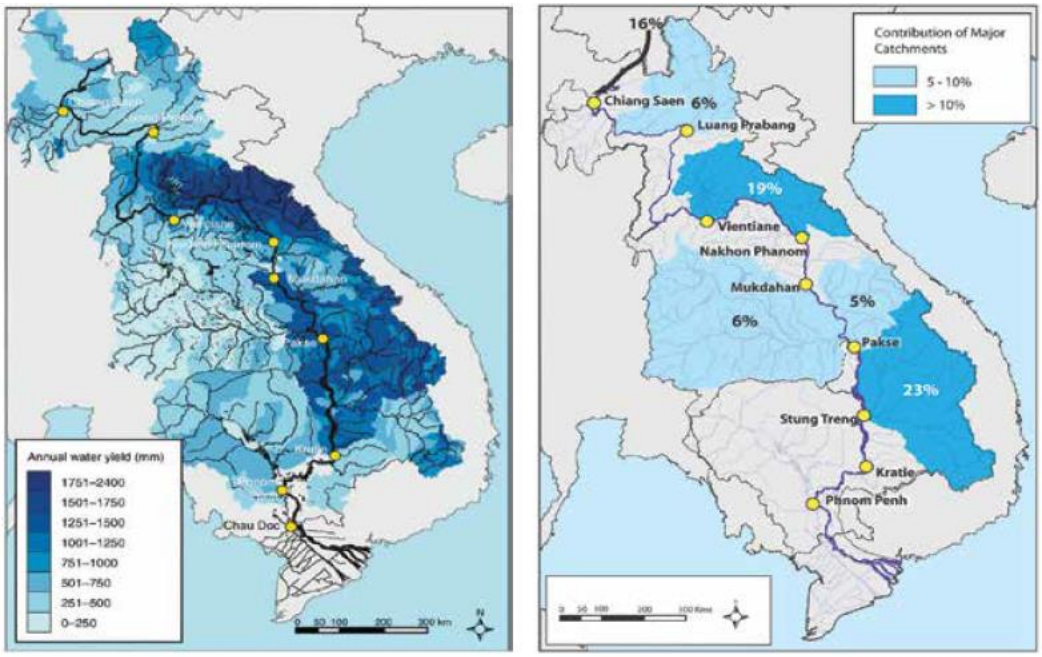
Kratie	Week of occurrence	
Annual calendar variable	average	Standard deviation (weeks)
Minimum Discharge	14	2.0
Dry season end	20	1.7
Flood season start	25	1.9
Flood season end	44	1.7
Dry season start	47	2.3

出典：The MRC Hydropower Mitigation Guidelines Vol.2, January 2019, MRC
「MRC, 2006」とのみ表記、データの期間は不詳

上記から、メコン河下流域では年ごとに変動はあると推察されるものの、流域全体（Vientiane～Kratie）

に渡り、雨季・乾季の継続期間及び両者の遷移期間は非常に類似した傾向を示している。モンスーン気候が流域全体で支配的に影響することが分かる。

一方、平均の年間流出高は、流域内の位置によって大きな違いがあり、流況は異なる。

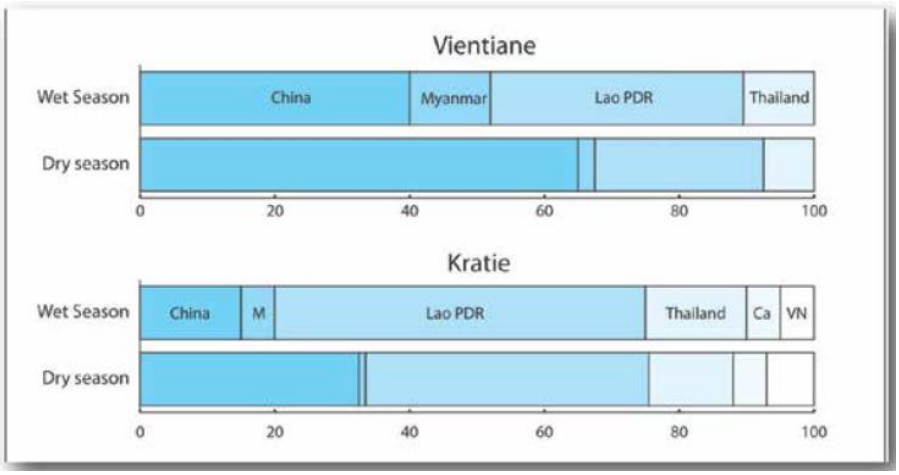


出典：The MRC Hydropower Mitigation Guidelines Vol.2, January 2019, MRC, Page 7

図 3.1.2　下流域の年間流出高（左）と同支流域の全流域に占める年間流出比率（右）

年間流出高（mm/yr）は流域の西部から東部にかけて増加する。また、（水力開発の）「ホットスポット」と言える重要な支流域（ラオス北部及び 3S 流域: Sekong 川、Sesan 川、Srepok 川）からの流出は、雨季も乾季も Lancang 川流域（中国領）より大きいことが分かる。一方、タイ領内の流域面積は非常に大きいが、降雨量が少ない影響で全流量への寄与率は 6%（図 3.1.2）と非常に小さい。

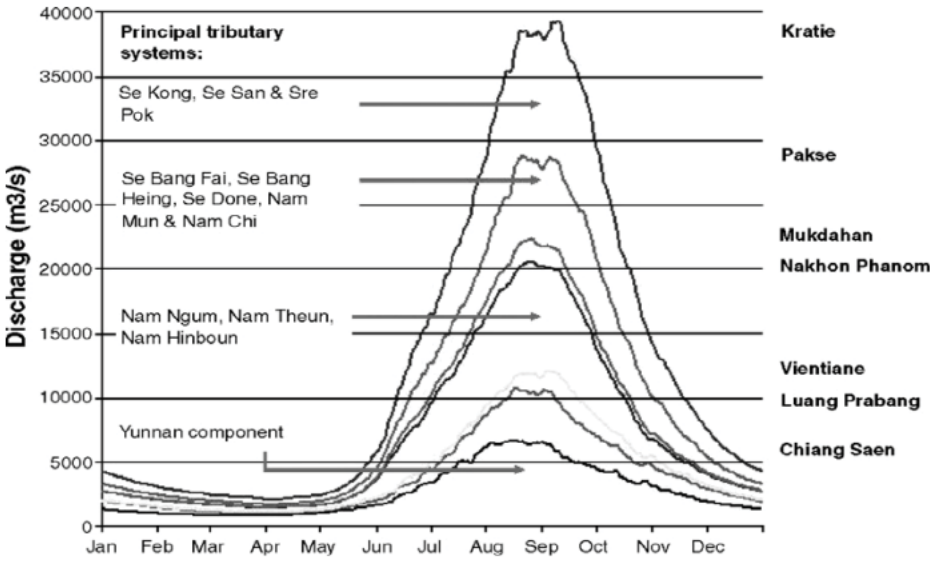
Vientiane における乾季流量は、その約 65%が Lancang 流域からの流出が占めるが、雨季には約 40%と減少する。Vientiane における影響度は、依然として Lancang 流域全体の年間平均から見たときの 16%よりかなり大きく、Lancang 川の流出の影響を大きく受けることがわかる。また、Kratie では、Lancang 川の影響は Vientiane に比べ明らかに減衰するが、乾季にはまだ約 35%（雨季は 15 程度）と一定量を占める点に注意が必要である。図 3.1.3 に示す通り、Kratie では、乾季・雨季ともラオス、タイ及び 3S 流域からの流量が支配的となる。



出典：The MRC Hydropower Mitigation Guidelines Vol.2, January 2019, MRC, Page 8

図 3.1.3　年間流量に占める出水域の比率（雨季・乾季別、Vientiane と Kratie）

本流沿い主要地点の年間の変化示す流出ハイドログラフを図 3.1.4 に示す。流域全体から見ると、これからも Lancang 川、ラオスの支流群（Nam Ngum、Nam Theun、Nam Hinboun）、3S 流域(Sekong、Sesan、Sre Pok)の雨季（6 月～12 月）におけるインパクトが大きいことがうかがえる。



出典：The MRC Hydropower Mitigation Guidelines Vol.2, January 2019, MRC, Page 8

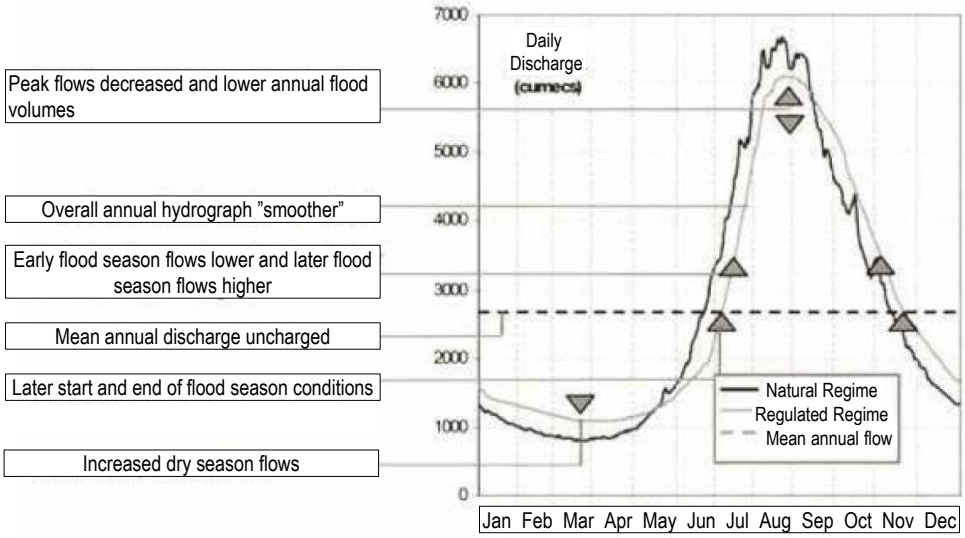
図 3.1.4　メコン河本流主要地点（主要支流）の平均年間流出ハイドログラフ

(2)　代表的な流況の変化

The MRC Hydropower Mitigation Guidelines では、本流及び支流で建設中の及び計画中のダム・貯水池が建設された場合のハイドログラフ形状の変化を示し（図 3.1.5）、これから流域全般の将来の流況変化として以下の点に言及している。

- ピーク流量の減少と年間洪水流量の減少
- 乾季流量の増加

- 貯水池からの放流によるハイドログラフの円滑化
- 雨季初期の洪水流量の減衰と雨季後期の洪水流量の増加
- 雨季開始の遅れと雨季終了の遅れ
- 年平均流量はほぼ同等で一定



出典：The MRC Hydropower Mitigation Guidelines Vol.2, January 2019, MRC, Page 12

図 3.1.5 貯水池建設による日流量ハイドログラフの形状変化

(3) ダム建設と運用による影響

1) 水力開発サブシナリオ

Council Study ではダム建設・運用の影響を把握するために、メインシナリオ M3（2040 年）をもとに水力開発計画のオプションとして、以下に示す 3 つ（H1、H2、H3）のサブシナリオの検討を行っている。これらは他のセクターの開発条件を 2040CC と同じとして、ダムに関する条件だけを変えて予測を試みたものである。

表 3.1.2 水資源開発の影響度を調べるための水力開発サブシナリオ

No.	メインシナリオ/サブシナリオ	水資源関連セクターの開発レベル						気候変動	洪水氾濫域
		ALU	DIW	FPF	HPP	IRR	NAV		
M3	Planned Development Scenario 2040	2040	2040	2040	2040	2040	2040	Mean warmer & wetter	2040
H1	Planned Development 2040 without HPP	2040	2040	2040	**2007**	2040	2040	Mean warmer & wetter	2040
H2	Planned Development 2040 with HPS1	2040	2040	2040	**HPS1**	2040	2040	Mean warmer & wetter	2040
H3	Planned Development 2040 with HPS2	2040	2040	2040	**HPS2**	2040	2040	Mean warmer & wetter	2040

出典: The Council Study – Thematic Report on the Positive and Negative Impacts of Hydropower Development on the Social, Environmental, and economic conditions of the Lower Mekong river Basin, December 2017, MRC（P.30）

表 3.1.3 水力開発サブシナリオの内容

No.	サブシナリオ名	記号	サブシナリオの内容（開発レベル）
1	Planned development 2040 without HPP	**H1a**	M3CC と同等 ただし水力ダムは 2007 のレベル
2		**H1b**	M3CC と同等 ただし Lancang 川の水力ダムと 2040 年の支流の水力ダムは存在するが、 LMB の本流のダムは存在しない
3	Planned development 2040 with HPS1	**H2**	M3CC と同等 （2040 年のすべての水力ダムが存在し、 かつ気候変動を考慮）
4	Planned development 2040 with HPS2	**H3**	M3CC と同等 ただし水力ダムで対策（LMB 本流ダムにおける 土砂フラッシング等の追加的緩和策）を実施、 Sambor ダムを含む

出典：The MRC Hydropower Mitigation Guidelines Vol.2, January 2019, MRC（Page 31）

2) シナリオで考慮されたダム地点

各シナリオで考慮された本川及び支川のダム地点数をそれぞれ表 3.1.4 と表 3.1.5 に示した。2007 年ベースラインでは、そのほとんどは中国領内のダムと支川 14 基、2020 年では、本川の 2 基のダムと支川 63 基、2040 年では本川 11 基と支川 120 基のダムがそれぞれ考慮された。

表 3.1.4 メインシナリオで考慮された本川ダム

ダム名	開発目標年		
	2007 年	**2020 年**	**2040 年**
Lancang cascade	Yes	Yes	Yes
Pak Beng			Yes
Luang Prabang			Yes
Xayabury		Yes	Yes
Pak Lay			Yes
Sanakham			Yes
Pak Chom			Yes
Ban Kum			Yes
Phon Ngoy-Latsua			Yes
Don Sahong		Yes	Yes
Stung Treng			Yes
Sambor			Yes

出典：The MRC Hydropower Mitigation Guidelines Vol.2, January 2019, MRC（Page 35）

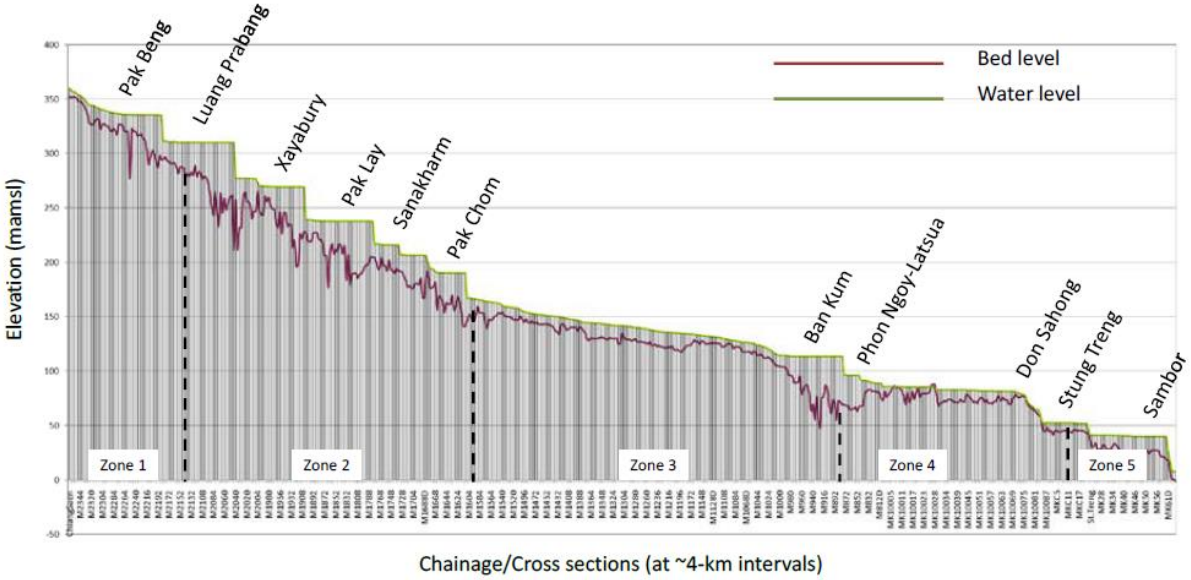
表 3.1.5　メインシナリオで考慮された国別支川ダム数

開発目標年	国名	支流のダム数（基）	
2007、2020、2040	ラオス	5	14
	タイ	4	
	カンボジア	0	
	ベトナム	5	
2020、2040	ラオス	39	49
	タイ	0	
	カンボジア	0	
	ベトナム	10	
2040	ラオス	54	57
	タイ	0	
	カンボジア	0	
	ベトナム	1	
合　計			120

出典：The MRC Hydropower Mitigation Guidelines Vol.2, January 2019, MRC（Page 34）

3)　インパクト

図 3.1.6 に 2040 年時点における本川沿いの予想水位縦断図を示す。これからも相当な河道区間が貯水池化（特にラオスカスケードダム群）され、この区間については、河床地形は水位変動にあまり影響を受けないと予想されている。また、Bio RA ゾーン[2]ごとに、ダム建設に伴い貯水池化される想定河道延長を表 3.1.6 に示す。



出典：The MRC Hydropower Mitigation Guidelines Vol.2, January 2019, MRC（Page 36）

図 3.1.6　メコン河本川予想水位縦断図（Chaing Saen から Kratie まで、2040 年開発シナリオ）

[2] Council Study で生態系への影響評価に適用されたゾーン区分（本報告書　表 3.3.1 参照）

表 3.1.6 本川ダムにより貯水池となると想定される河道延長

Bio RA ゾーン No.	河道延長（km）	2007		2020		2040	
		km	%	km	%	km	%
Zone 1	167.9	0	0	0	0	68.0	41
Zone 2	555.8	0	0	104.0	19	384.0	88
Zone 3	762.5	0	0	0	0	0	0
Zone 4	521.0	0	0	0	0	230.0	32
Zone 5	476.0	0	0	0	0	238.0	50
Zone 6-8	n/a	0	0	0	0	0	0
合計	2,483.2	0	0	104.0	4	920.0	37

出典：表 3.1.1 に同じ（Page 61）

Council Study の各シナリオの本川沿い主要 10 水位観測地点における平均流量の算定結果（メインシナリオ M3CC とサブシナリオ H1a、H1b、H2、H3 との比較、SWAT-IQQM モデルによる）を表 3.1.7 及び図 3.1.7 に示す。これらの図表から、水力開発による季節的流量変化への影響及び越境影響の度合いについて以下の点が言える。

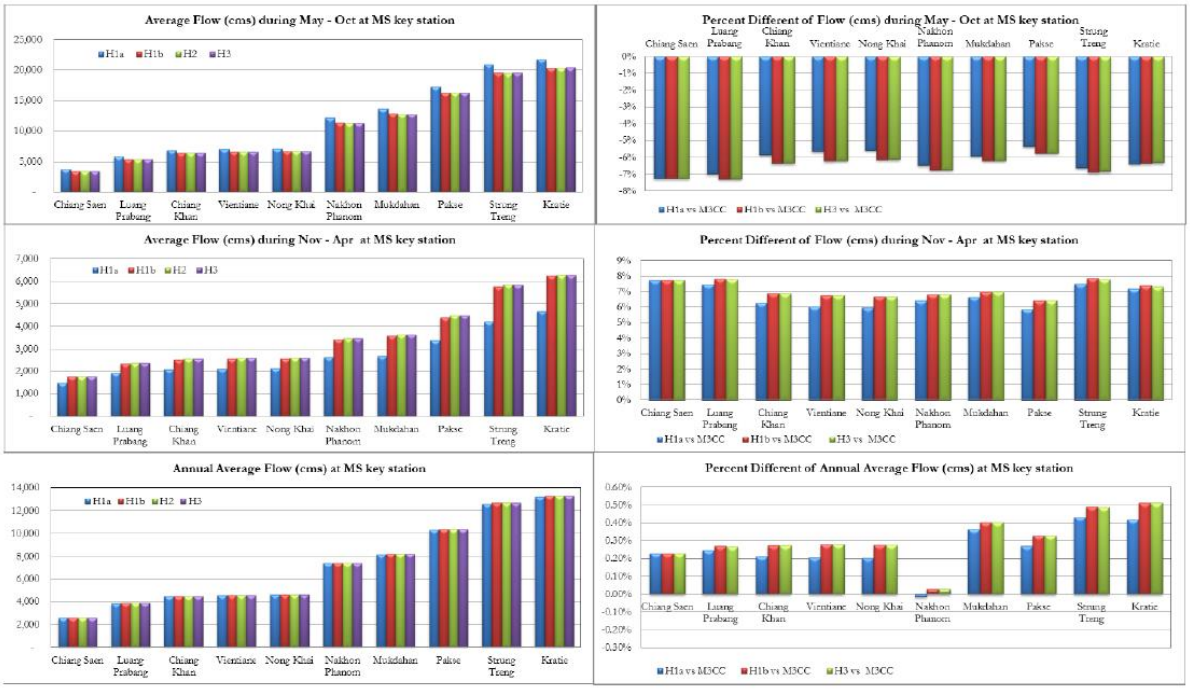
- （H1a vs M3CC から）モンスーン期（雨季：5 月～10 月）の各地点の流量変化は、ダムの影響で約 5%～7%の減少を示す一方、非モンスーン期（乾季：11 月～4 月）では 6%～8%の増加を示す。
- 各地点の年間平均の流量変化率は、0%～＋0.5%と非常に小さく、ほとんどダムの影響は受けていない。地点ごとの流量変化率を見ると、Chiang Saen で 0.2%、下流に行くにしたがって M3CC との差分は大きくなり、Kratie では 0.5%と Chiang Saen の 2 倍以上となる。
- サブシナリオ H1a、H1b、H3 とメインシナリオ M3CC（=H2）からの変化率は、モンスーン期流量で 1%減少し、非モンスーン期で 1%増加程度となり、相違はほとんど見られない。

表 3.1.7 各シナリオの月平均流量算定結果（主要 10 観測地点）

UNIT : cms

Station	Scenario Name	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Wet (May -Oct)	Dry (Nov - Apr)	Average	Compare with M3 cc (H2) Wet	Dry	Average
Chiang Saen	H1a	1,290	1,020	873	831	1,041	1,544	3,629	5,259	5,596	5,152	3,034	1,729	3,704	1,463	2,583	8%	-16%	0%
	H1b	1,602	1,292	1,172	1,093	1,316	1,699	2,797	4,618	5,264	4,915	3,190	2,143	3,435	1,749	2,592	0%	0%	0%
	H2 = M3CC	1,602	1,292	1,172	1,093	1,316	1,699	2,797	4,618	5,264	4,915	3,190	2,143	3,435	1,749	2,592			
	H3	1,602	1,292	1,172	1,093	1,316	1,699	2,797	4,618	5,264	4,915	3,190	2,143	3,435	1,749	2,592	0%	0%	0%
Luang Prabang	H1a	1,618	1,217	1,024	1,022	1,441	2,153	5,510	8,627	9,062	7,840	4,263	2,302	5,772	1,908	3,840	8%	-19%	0%
	H1b	2,079	1,686	1,537	1,471	1,806	2,292	4,403	7,674	8,561	7,477	4,453	2,811	5,369	2,339	3,854	0%	-1%	0%
	H2 = M3CC	2,135	1,684	1,534	1,469	1,803	2,284	4,309	7,666	8,588	7,458	4,494	2,844	5,351	2,360	3,856			
	H3	2,132	1,686	1,534	1,469	1,799	2,282	4,315	7,686	8,578	7,453	4,493	2,839	5,352	2,359	3,855	0%	0%	0%
Chiang Khan	H1a	1,693	1,239	1,040	1,067	1,781	2,670	6,105	9,752	11,029	9,614	4,929	2,479	6,825	2,075	4,450	7%	-18%	0%
	H1b	2,158	1,708	1,555	1,523	2,146	2,839	5,049	8,800	10,497	9,220	5,099	2,978	6,425	2,503	4,464	1%	-2%	0%
	H2 = M3CC	2,310	1,715	1,552	1,515	2,108	2,835	4,858	8,800	10,534	9,216	5,137	3,044	6,392	2,546	4,469			
	H3	2,286	1,717	1,553	1,515	2,100	2,837	4,874	8,809	10,522	9,211	5,169	3,030	6,392	2,545	4,469	0%	0%	0%
Vientiane	H1a	1,698	1,233	1,029	1,056	1,793	2,763	6,120	10,008	11,528	9,882	5,133	2,502	7,016	2,109	4,562	7%	-18%	0%
	H1b	2,168	1,703	1,545	1,514	2,167	2,951	5,101	9,036	10,975	9,488	5,281	2,991	6,620	2,534	4,577	1%	-2%	0%
	H2 = M3CC	2,382	1,705	1,532	1,492	2,103	2,957	4,830	9,044	11,044	9,502	5,318	3,073	6,580	2,584	4,582			
	H3	2,332	1,707	1,533	1,492	2,091	2,956	4,867	9,040	11,034	9,497	5,379	3,055	6,581	2,583	4,582	0%	0%	0%
Nong Khai	H1a	1,704	1,234	1,032	1,061	1,815	2,806	6,185	10,109	11,704	9,994	5,162	2,514	7,102	2,118	4,610	7%	-18%	0%
	H1b	2,174	1,704	1,548	1,519	2,188	2,995	5,166	9,137	11,152	9,599	5,309	3,004	6,706	2,543	4,624	1%	-2%	0%
	H2 = M3CC	2,387	1,706	1,534	1,497	2,124	3,001	4,896	9,145	11,220	9,614	5,346	3,086	6,667	2,593	4,630			
	H3	2,337	1,709	1,536	1,497	2,112	3,000	4,932	9,141	11,210	9,608	5,407	3,068	6,667	2,592	4,630	0%	0%	0%
Nakhon Phanom	H1a	1,961	1,290	1,115	1,211	2,582	6,264	12,192	18,041	19,726	14,072	7,046	3,069	12,146	2,615	7,381	7%	-24%	0%
	H1b	2,841	2,144	1,960	1,936	2,787	5,506	10,449	16,668	18,952	13,812	7,559	3,934	11,362	3,396	7,379	0%	-1%	0%
	H2 = M3CC	3,061	2,158	1,947	1,917	2,716	5,519	10,195	16,647	19,017	13,852	7,574	4,006	11,325	3,444	7,384			
	H3	3,007	2,161	1,948	1,917	2,705	5,516	10,245	16,632	19,006	13,848	7,613	4,012	11,325	3,443	7,384	0%	0%	0%
Mukdahan	H1a	1,944	1,273	1,124	1,259	2,763	6,872	14,133	20,812	22,091	15,081	7,246	3,092	13,626	2,656	8,141	7%	-26%	-1%
	H1b	2,969	2,238	2,074	2,073	2,976	6,039	12,324	19,395	21,314	14,866	7,891	4,130	12,819	3,562	8,191	0%	-1%	0%
	H2 = M3CC	3,189	2,252	2,061	2,054	2,905	6,053	12,070	19,373	21,379	14,907	7,906	4,202	12,781	3,611	8,196			
	H3	3,136	2,256	2,063	2,054	2,894	6,050	12,120	19,359	21,367	14,902	7,944	4,207	12,782	3,610	8,196	0%	0%	0%
Pakse	H1a	2,254	1,431	1,248	1,381	2,974	8,498	16,717	26,374	28,800	20,186	9,829	4,011	17,258	3,359	10,309	6%	-25%	-1%
	H1b	3,426	2,503	2,287	2,279	3,251	7,479	14,674	24,636	27,988	19,986	10,563	5,190	16,336	4,375	10,355	0%	-2%	0%
	H2 = M3CC	3,684	2,668	2,320	2,329	2,984	7,413	14,418	24,653	28,093	20,028	10,560	5,234	16,265	4,466	10,365			
	H3	3,684	2,668	2,320	2,329	2,984	7,413	14,418	24,653	28,093	20,028	10,560	5,234	16,265	4,466	10,365	0%	0%	0%
Strung Treng	H1a	2,977	1,911	1,601	1,782	3,677	10,013	19,860	32,374	34,899	24,999	11,896	4,991	20,970	4,193	12,582	7%	-28%	-1%
	H1b	4,858	3,558	3,004	2,942	3,712	8,248	16,783	29,729	33,947	25,077	13,194	7,018	19,583	5,762	12,673	0%	-1%	0%
	H2 = M3CC	5,083	3,722	3,041	2,981	3,488	8,176	16,553	29,734	34,073	25,127	13,188	7,051	19,525	5,844	12,685			
	H3	5,049	3,687	3,017	2,961	3,523	8,237	16,563	29,707	34,058	25,138	13,233	7,039	19,538	5,831	12,684	0%	0%	0%
Kratie	H1a	3,279	2,159	1,771	1,872	3,616	10,039	20,025	33,394	36,527	27,014	13,295	5,628	21,769	4,667	13,218	7%	-26%	-1%
	H1b	5,177	3,815	3,183	3,048	3,723	8,311	17,017	30,658	35,527	27,053	14,555	7,642	20,381	6,237	13,309	0%	-1%	0%
	H2 = M3CC	5,337	3,933	3,162	3,046	3,758	8,257	16,650	30,736	35,752	27,156	14,562	7,605	20,385	6,274	13,330			
	H3	5,259	3,902	3,136	3,022	3,787	8,321	16,665	30,707	35,739	27,161	14,730	7,525	20,397	6,262	13,330	0%	0%	0%

出典：The MRC Hydropower Mitigation Guidelines Vol.2, January 2019, MRC（Page 101）



出典：The MRC Hydropower Mitigation Guidelines Vol.2, January 2019, MRC（Page 41）

図 3.1.7 各シナリオの平均流量算定結果及びその相互比較（主要 10 観測地点）

上述の通り、Council Study では、流れ込み式ダムによる水文事象に対する影響は、ピーク発電時を除いては限定的で、常時における貯水池運用は、上流からそのままの流量が制限を受けずに通過し水文上のリスクを増大する要因にはならないと指摘している。一方、ダム下流の流況変化による主なリ

スクは、一日以内のハイドロピーキングに起因する貯水池直下の急激な水位変動と指摘し、この影響を除外するためには、ピーク発電を完全にやめるか、カスケードの内部だけの水位変動に留めるか、あるいは下流に逆調整池を設けるか、などの緩和策の必要性を述べている。

また、Council Study では、解析モデル上の制約として、各貯水池の水位～表面積～容量カーブと運用ルールカーブが欠損しておりデータギャップがあるため、将来的な精度の向上が必要とも指摘している。

3.1.2 他の開発による影響

水力開発以外の開発分野で水位・流量にインパクトを与えると見られるのは、大口の水利用の視点から灌漑開発分野と言える。Council Study では、灌漑開発による将来的な灌漑面積の拡大や灌漑効率、還元水量などの諸条件を設定し、詳しい影響予測の分析を行い、その結果を Thematic Report[3]にまとめている。

灌漑開発に関するサブシナリオは、M3CC（2040CC）との比較を見るために、3.4 節に示す通り以下に示す 2 ケースが検討された。

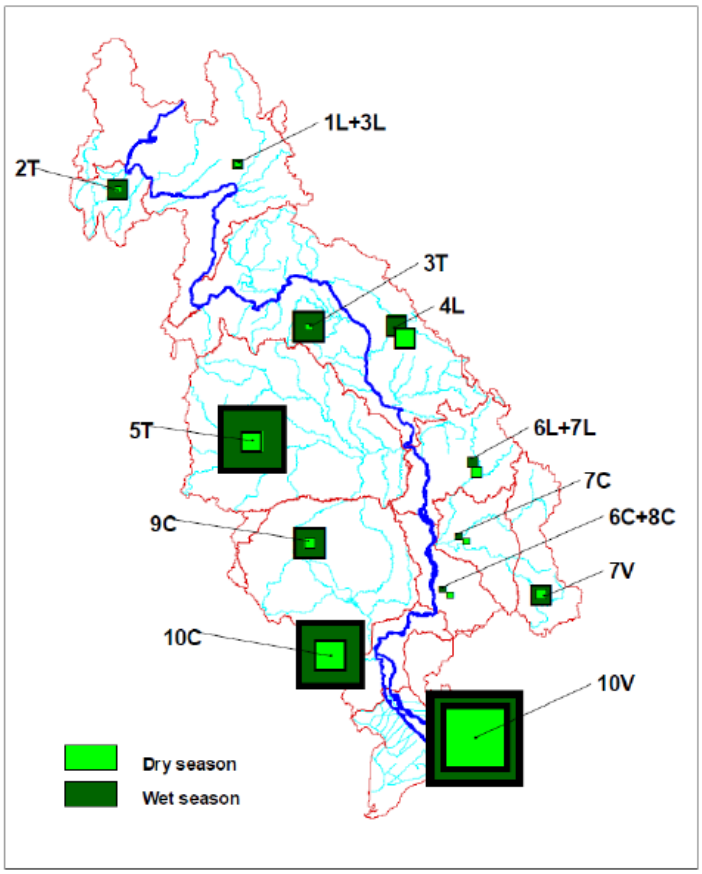
表 3.1.8 灌漑開発の影響度を調べるためのサブシナリオ

No.	メインシナリオ/サブシナリオ	水資源関連セクターの開発レベル						気候変動	洪水氾濫域
		ALU	DIW	FPF	HPP	IRR	NAV		
M3	Planned Development Scenario 2040	2040	2040	2040	2040	2040	2040	Mean warmer & wetter	2040
I1	Planned Development 2040 without IRR	2040	2040	2040	2040	**2007**	2040	Mean warmer & wetter	2040
I2	Planned Development 2040 with IRR High	2040	2040	2040	2040	**HIGH**	2040	Mean warmer & wetter	2040

出典：The Council Study- Report on the Positive and Negative Impacts of Irrigation on the Social, Environment, and Economic Conditions of the Lower Mekong River Basin and Policy Recommendations, 12 January 2018, MRC (Page 48)

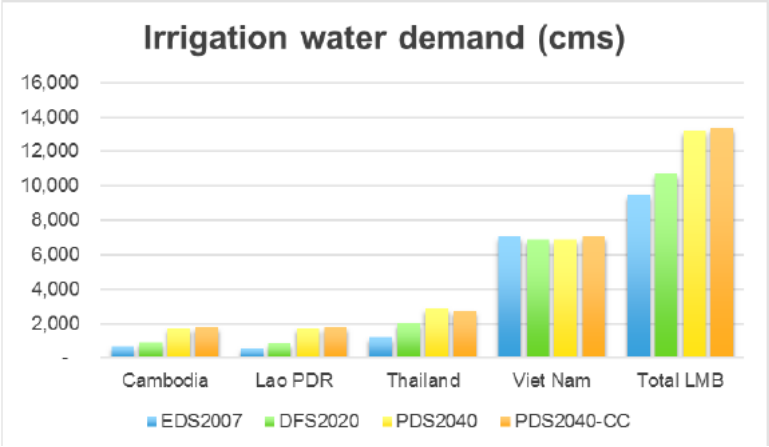
ベースライン（2007 年）の、下流域における灌漑地域の分布状況を図 3.1.8 に示す。また、国別、シナリオ別の灌漑用水需要量の比較を図 3.1.9 に図 3.1.8 示す。

[3] Report on the Positive and Negative Impacts of Irrigation on the Social, Environment, and Economic Conditions of the Lower Mekong River Basin and Policy Recommendations, 12 January 2018, MRC



注：記号は BDP サブ流域の番号を意味する
出典：The MRC Hydropower Mitigation Guidelines Vol.2, January 2019, MRC（P58）

図 3.1.8　灌漑地域の分布状況（2007 年）



出典：The MRC Hydropower Mitigation Guidelines Vol.2, January 2019, MRC（P61）

図 3.1.9　国別、シナリオ別の灌漑用水需要量の比較

図 3.1.9 に見る通り 2040 年時点の灌漑用水需要量は、カンボジア、ラオスは 2,000m³/s 弱でほぼ同規模、タイは、2,500m³/s 程度、ベトナムが最も大きく約 7,000m³/s と算定されている。また、気候変動は灌漑用水需要にはほとんど影響しないことが読み取れる（PDS2040 vs PDS2040-CC）。また、表 3.1.9 にサブシナリオごとの本川流量への影響（雨季・乾季・通年の平均流量比率：M3CCvsI1 及び

M3CCvsI2）を示した。雨季における本川流量に対する影響は顕著ではなく灌漑開発は重要な要因にはなり得ない。また、乾季で灌漑開発無しを想定した場合（シナリオ I1:2007 年の状態）、中流域（Nakhom Phanom～Pakse）で乾季の平均流量が 10%程度増える。換言すれば、2040 年の灌漑開発の下では、同程度の流量減少が見込まれる。一方、最大限開発した場合（シナリオ I2）の 2040 年でのインパクトは、乾季におしなべて若干流量が減少する傾向が見られる。

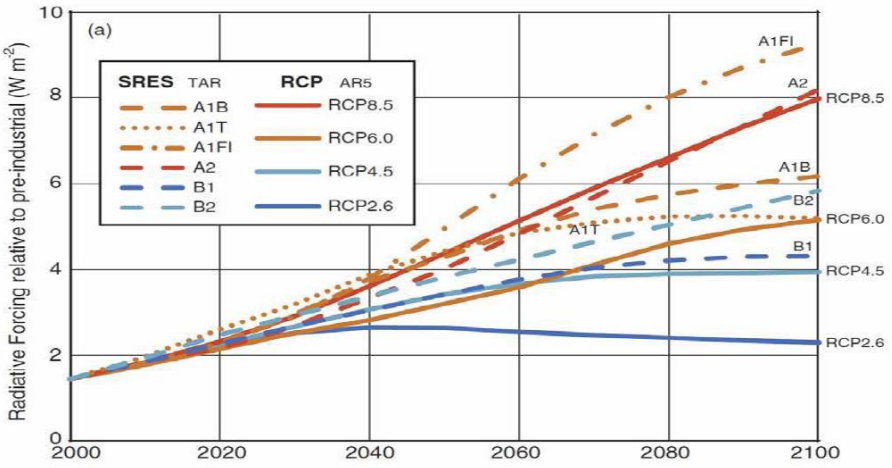
表 3.1.9 灌漑開発による本川流量への影響（サブシナリオ別）

観測地点	シナリオ	平均流量 (m^3/s)	M3CC との比較（m^3/s）		
			雨季	乾季	年平均
Chiang Saen	M3CC	2,592	-	-	-
	（2040）	2,593	0%	0%	0%
	I1	2,591	0%	0%	0%
Luang Prabang	M3CC	3,856	-	-	-
	（2040）	3,871	0%	1%	0%
	I1	3,846	0%	0%	0%
Chiang Khan	M3CC	4,469	-	-	-
	（2040）	4,487	0%	1%	0%
	I1	4,458	0%	0%	0%
Vientiane	M3CC	4,582	-	-	-
	（2040）	4,608	0%	1%	1%
	I1	4,566	0%	-1%	0%
NongKhai	M3CC	4,630	-	-	-
	（2040）	4,655	0%	1%	1%
	I1	4,611	0%	-1%	0%
Nakhon Phanom	M3CC	7,384	-	-	-
	（2040）	7,694	2%	10%	4%
	I1	7,343	0%	-2%	-1%
Mukdahan	M3CC	8,196	-	-	-
	（2040）	8,543	2%	11%	4%
	I1	8,134	0%	-2%	-1%
Pakse	M3CC	10,365	-	-	-
	（2040）	10,729	2%	9%	4%
	I1	10,283	0%	-3%	-1%
Stung Treng	M3CC	12,685	-	-	-
	（2040）	13,107	2%	8%	3%
	I1	12,579	0%	-3%	-1%
Kratie	M3CC	13,330	-	-	-
	（2040）	13,752	2%	7%	3%
	I1	13,224	0%	-3%	-1%

出典：The MRC Hydropower Mitigation Guidelines Vol.2, January 2019, MRC（Page 69）

3.1.3 気候変動による影響

Council Study の中では、気候変動の代表濃度経路シナリオ（温室効果ガスの排出シナリオ）として図 3.1.10 に示す中間的なシナリオ RCP4.5（Representative Concentration Pathways）が採用された。それに基づき設定された気候変動に関する、（関連するセクターに対する影響を分析するための）サブシナリオを表 3.1.10 に整理した。気候変動による河口における海面上昇は、+0.21m（2040 年）としている。



出典：The Council Study- Climate Change Report, Climate Change Impacts for Council Study Sectors, December 2017, MRC (Page 19)

図 3.1.10　Council Study で採用された代表濃度経路シナリオ（RCP4.5）

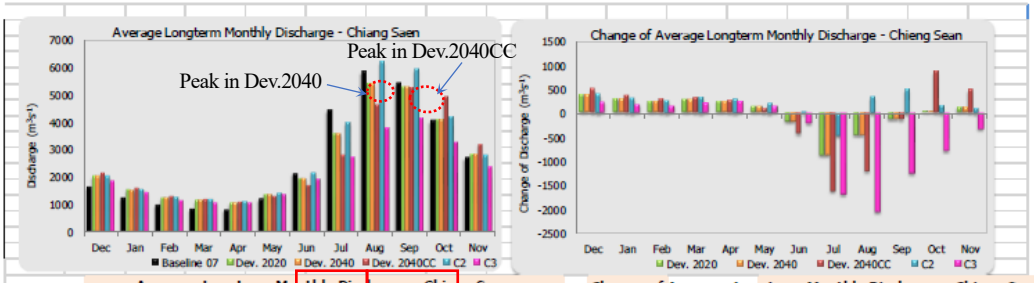
表 3.1.10　気候変動に関するサブシナリオの内容

No.	シナリオのタイプ		温暖効果ガス排出シナリオ	GCM	気候の鋭敏性
	変動の程度	変動のパターン			
中庸的な気候変動シナリオ					
1(M3CC)	Medium	Increased seasonal variability wetter wet and	RCP4.5（図 4.1.10 参照）	IPSL-CM5A-MR	Medium
C2		Wetter overall		GFDL-CM3	
C3		Drier overall		GISS-E2-R-CC	

出典：The MRC Hydropower Mitigation Guidelines Vol.2, January 2019, MRC（Page 19）

一方、気候変動による気温上昇はアジアモンスーンの西風を弱め、結果的にモンスーンの開始時期を半月程度遅らせると予想されている[4]。Council Study[5]における、気候変動による Chiang Saen での流量の変化を図 3.1.11 に示す。図の中の、Dev.2040 は 2040 年の開発シナリオで気候変動の影響は含まれていない、Dev.2040 CC は Dev.2040 に気候変動の影響を含めたケースである。Dev.2040 では、8 月・9 月に流量のピークが発生しているが、気候変動を考慮したシナリオでは、1 か月遅れて 9 月が流量のピークとなっている。この傾向は、下流の観測所でも変わらない結果となっている。従って、気候変動が進めば、雨季の流量のピークの発生時期が流域スケールで遅れることを示唆しており、このことは、下流のトンレサップ湖の脈動にも影響を及ぼす一つの要因と考えられる。

[4] Yen Y.L. et al; “Effect of climate change on seasonal monsoon in Asia and its impact on the variability of monsoon rainfall in Southeast Asia,” Geoscience Frontiers 6, 2015
[5] MRC, “The Council Study, The Study on the Sustainable Management and Development of the Mekong River Basin including Impacts of Mainstream Hydropower Projects, Climate Change Report, Climate Change Impacts for Council Study Sectors” 2017



Average Longterm Monthly Discharge - Chiang Saen

	Baseline 07	Dev. 2020	Dev. 2040	Dev. 2040CC	C2	C3
Dec	1642.6	2028.9	2028.2	2142.9	2042.0	1865.3
Jan	1241.6	1533.8	1532.5	1602.2	1545.3	1420.8
Feb	1002.0	1244.0	1242.4	1292.0	1259.7	1146.9
Mar	860.2	1144.8	1143.4	1172.1	1187.4	1068.7
Apr	826.6	1074.3	1072.9	1092.8	1119.8	1063.1
May	1225.4	1355.2	1354.4	1316.3	1439.5	1370.7
Jun	2135.6	1942.3	1940.5	1698.9	2169.2	1900.2
Jul	4435.0	3555.7	3554.4	2796.8	3972.6	2736.2
Aug	5844.4	5376.4	5376.1	4617.9	6196.0	3767.1
Sep	5403.1	5270.3	5268.5	5263.6	5911.1	4135.7
Oct	4050.2	4077.2	4076.3	4914.9	4198.0	3257.3
Nov	2710.2	2826.9	2825.4	3190.1	2806.4	2362.9
Wet season	4096.4	3841.5	3840.2	3747.0	4208.9	3026.5
Dry season	1133.1	1396.8	1395.7	1436.4	1432.3	1322.6

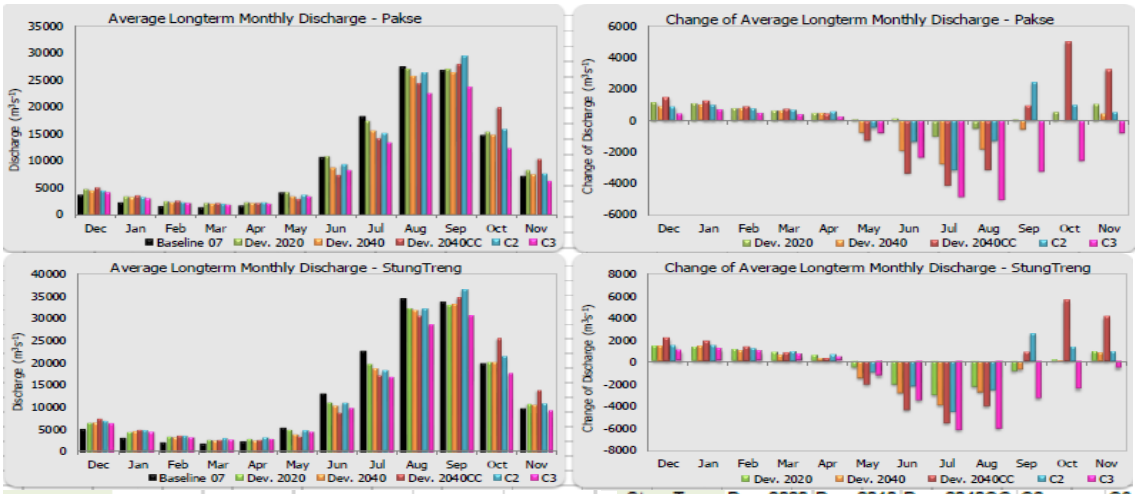
Change of Average Longterm Monthly Discharge - Chieng Sean

	Dev. 2020	Dev. 2040	Dev. 2040CC	C2	C3
Dec	386.3	385.6	500.3	399.4	222.7
Jan	292.2	290.9	360.6	303.7	179.2
Feb	242.0	240.4	290.0	257.7	144.9
Mar	284.6	283.2	311.9	327.2	208.5
Apr	247.7	246.3	266.2	293.2	236.5
May	129.7	129.0	90.9	214.1	145.2
Jun	-193.3	-195.1	-436.7	33.5	-235.5
Jul	-879.3	-880.6	-1638.2	-462.4	-1698.8
Aug	-467.9	-468.3	-1226.4	351.6	-2077.3
Sep	-132.7	-134.6	-139.4	508.0	-1267.4
Oct	27.0	26.1	864.7	147.8	-792.9
Nov	116.7	115.2	479.9	96.2	-347.3
Wet season	-254.9	-256.2	-349.4	112.5	-1069.9
Dry season	263.7	262.6	303.3	299.2	189.5

出典：The Council Study, The Study on the Sustainable Management and Development of the Mekong River Basin including Impacts of Mainstream Hydropower Projects, Climate Change Report, Climate Change Impacts for Council Study Sectors

図 3.1.11　Chiang Saen におけるシナリオごとの月平均流量の推定値

Pakse と Stung Treng における月平均流量の変化率を図 3.1.12 に示す。



Pakse	Dev. 2020	Dev. 2040	Dev. 2040CC	C2	C3
Dec	31.2	22.8	39.8	23.6	12.5
Jan	46.9	41.4	53.7	41.2	30.3
Feb	47.6	43.6	53.8	44.6	29.9
Mar	44.1	41.2	50.2	43.1	25.5
Apr	27.5	24.3	24.6	29.6	14.5
May	2.2	-18.8	-29.9	-11.7	-18.4
Jun	1.3	-18.1	-31.1	-12.5	-22.0
Jul	-5.3	-15.1	-22.3	-17.4	-26.2
Aug	-1.8	-6.7	-11.3	-4.7	-18.3
Sep	0.3	-2.1	3.7	9.0	-11.9
Oct	3.7	-0.5	33.9	6.5	-17.0
Nov	14.7	5.6	45.4	6.9	-11.2
Wet season	0.4	-6.4	-1.1	-1.8	-17.8
Dry Season	28.4	18.7	23.7	21.7	10.3

StungTreng	Dev. 2020	Dev. 2040	Dev. 2040CC	C2	C3
Dec	26.2	26.4	40.6	28.5	19.2
Jan	40.5	43.5	54.8	44.5	35.3
Feb	47.3	44.1	58.7	51.0	38.5
Mar	42.1	27.9	37.7	46.3	32.8
Apr	24.5	11.4	11.8	27.7	16.4
May	-9.7	-26.5	-36.4	-17.1	-23.2
Jun	-15.9	-21.5	-33.1	-17.0	-26.7
Jul	-13.3	-17.4	-24.5	-19.7	-27.1
Aug	-6.6	-8.0	-11.6	-7.3	-17.5
Sep	-2.6	-2.2	2.5	7.5	-9.8
Oct	0.9	0.5	27.7	6.7	-12.4
Nov	9.2	7.9	41.2	9.4	-6.0
Wet season	-5.4	-7.0	-2.6	-3.3	-16.5
Dry Season	22.5	15.3	20.7	23.0	13.5

出典：The MRC Hydropower Mitigation Guidelines Vol.2, January 2019, MRC（Page 26）

図 3.1.12　メイン及びサブシナリオによる月平均流量の変化率（Pakse、Stung Treng）

3.1.4 緩和策の現状

特に、ダム開発・運用に対する緩和策に関しては、3.1.3 節（The MRC Hydropower Mitigation Guideline）でも述べた通り、プロジェクトサイクルに応じたかなり広範囲に渡る対策がすでに提示されている。しかしながら、実際の影響緩和に向け、どのような対策が現時点で講じられているか、現調査段階では実態は明らかにできていない。ここでは、Council Study[6]の Hydropower Sub-sector で検討され、提案されている流況に関連する緩和策（Mitigation option）を以下に述べる。

すべてのダムの最低流量：年間流量（歴史的な流況、すなわち中国及び支流域のダムが運用開始される前の状況）の超過確率 95%流量[7]（Q95）が確保され、生態系の持続的維持のために機能する。Sambor ダムは小規模開発とし、十分な流量を流すために隣接水路を設け、最低でもメコン河の Q95 を確保すること。

すべてのダムの放流による水位変化率：一般に下流水位の変化率を 5 cm/hr 以下に制限すること。例外として（毎年または複数年に一回）フラッシング時の低下速度は 0.1m/hr 以下、貯水時の上昇速度は 0.2m/hr 以下とすること。（この規制は、ピーク発電による直下流域の生態系への影響緩和策と考えられる）。

上記 Council Study の Thematic Report では、各シナリオの検討結果を受けて、各本川ダム（ラオスカスケードダム群）における緩和策について、最低流量、魚道、フラッシングの観点から表 3.1.11 に示す定量的な規制（緩和策）を提言している。また、Hydropower Mitigation Guideline では、緩和策の多規準評価指標（Multi-Criteria Assessment Indicator）として 6 つの分野（経済便益、流況の維持（洪水パルス）、既存河道のハビタットの維持、河道連続性の維持、水質保全、魚種生存量の維持）に分け、合計 33 個の評価指標を明示し、継続的なモニタリングを推奨している。軽減策の一部は、同 Guideline のケーススタディでも適用可能性が検討されている。

表 3.1.11 本川ダムにおいて提案されている緩和策

ダムサイト	最低流量	魚道	フラッシング	コメント
Pak Beng	適用 (>Q95)	適用（平均流量の 1%）	適用 down-ramp 0.1m/hr up-ramp 0.2m/hr	-
Luang Prabnah	適用 (>Q95)	適用（平均流量の 1%）	適用 down-ramp 0.1m/hr up-ramp 0.2m/hr	-
Xayabury	適用 (>Q95)	適用（平均流量の 1%）	適用 down-ramp 0.1m/hr up-ramp 0.2m/hr	-
Pak Lay	適用 (>Q95)	適用（平均流量の 1%）	適用 down-ramp 0.1m/hr up-ramp 0.2m/hr	-

[6] MRC, Council Report- Thematic Report on the Positive and Negative Impacts of Hydropower Development on the Social, environmental and Economic Conditions of the Lower Mekong River Basin, December 2017

[7] 日本の場合、「渇水流量」は 355 日を下回らない流量と規定される（＝約 97%）。従って、これよりやや大きい流量と言える。

ダムサイト	最低流量	魚道	フラッシング	コメント
Sanakham	適用 (>Q95)	適用（平均流量の 1%）	適用 down-ramp 0.1m/hr up-ramp 0.2m/hr	-
Ban Kum	適用 (>Q95)	適用（平均流量の 1%）	適用 down-ramp 0.1m/hr up-ramp 0.2m/hr	-
Latsua	適用 (>Q95)	適用（平均流量の 1%）	適用 down-ramp 0.1m/hr up-ramp 0.2m/hr	-
Don Sahong	適用 (>Q95 及び minimum flow for Khone Falls)	不適用	フラッシングは不適用	Dams one side channel of Mekong
Stung Treng	適用 (>Q95)	適用（平均流量の 1%）	適用	-
Sambor	適用 (>Q95 in side channel)	適用（設計流量の 1%）	不適用 down-ramp 0.1m/hr up-ramp 0.2m/hr	The small version of Sambor (1,700MW) is the mitigation measure imposed in H3)

出典：The MRC Hydropower Mitigation Guidelines Vol.2, January 2019, MRC（Page 37）

3.1.5 近年の低水位・渇水現象

(1) 背景

2019 年から 2020 年にかけて、メコン河下流域では異常な水位低下現象が発生し、その要因に関して、2020 年 4 月頃から同年年末にかけてネット上でアメリカの NGO が解析結果や見解を公表し、流域の広範囲な水資源問題に議論が及んだ。その経緯や主要論点は、インセプションレポート（2020 年 9 月）[8]に掲載した。ここでは、その後約 1 年が経過し、MRC の最新の水文レポート（”Situation Report- Hydrological Conditions in the Lower Mekong River Basin in July - December 2020”と”Situation Report- Dry Season Hydrological Conditions in the Lower Mekong River Basin: November 2020 – May 2021”）及びその他の関連資料を基に、特に、2018 年から 2020 年の 3 年間と長期観測データとの比較に焦点を当て、この現象を通じて MRC 及び流域国間で蓄積、共有された知見と教訓を整理する。

(2) 気象・水文観測データ

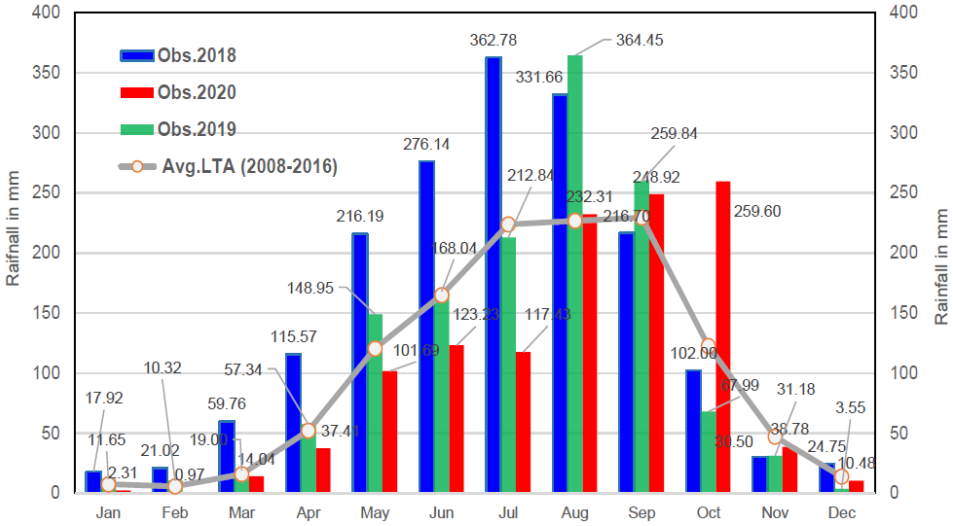
1) 概要

下流域は、2019 年雨季に始まり 2020 年の開始が遅れた雨季の初期に渡り、極端な河川水位低下現象に見舞われた。一部の地域では、2020 年は 2019 年よりもさらに深刻な状況が見られた。この水位低下は、雨季開始時期（2020 年 5 月～7 月）の下流域における少ない降雨量と一部の上流 Lancang Cascade ダム群における貯留が原因と考えられる。一方で、2020 年 8 月から 10 月にかけて、降雨量が増加に転じ、2019 年実績と長期平均値を上回り水位以下の傾向は改善されている。

[8] ICR- 4.1.5 メコン下流域における渇水問題（2019 年-2020 年）, Page 4-9

2) 降雨量

下流域 119 雨量観測所の 2018 年から 2020 年にかけてのデータに基づく流域平均月雨量の、長期平均値（2008 年～2016 年）との比較を図 3.1.13 に示す。これから、2018 年は豊水年で、2019 年については、雨季の終わりごろ（10 月）から 2020 年前半の乾季中（2 月～4 月）は少雨で推移し、雨季の前半（5 月～7 月）は 120mm/月以下程度であったことが分かる。しかし、2020 年 8 月から 10 月にかけては、長期平均と比べかなり大きい降雨があったと見られる。



出典：Hydrological Conditions in the Lower Mekong River Basin in July-December 2020, May 2021, MRC

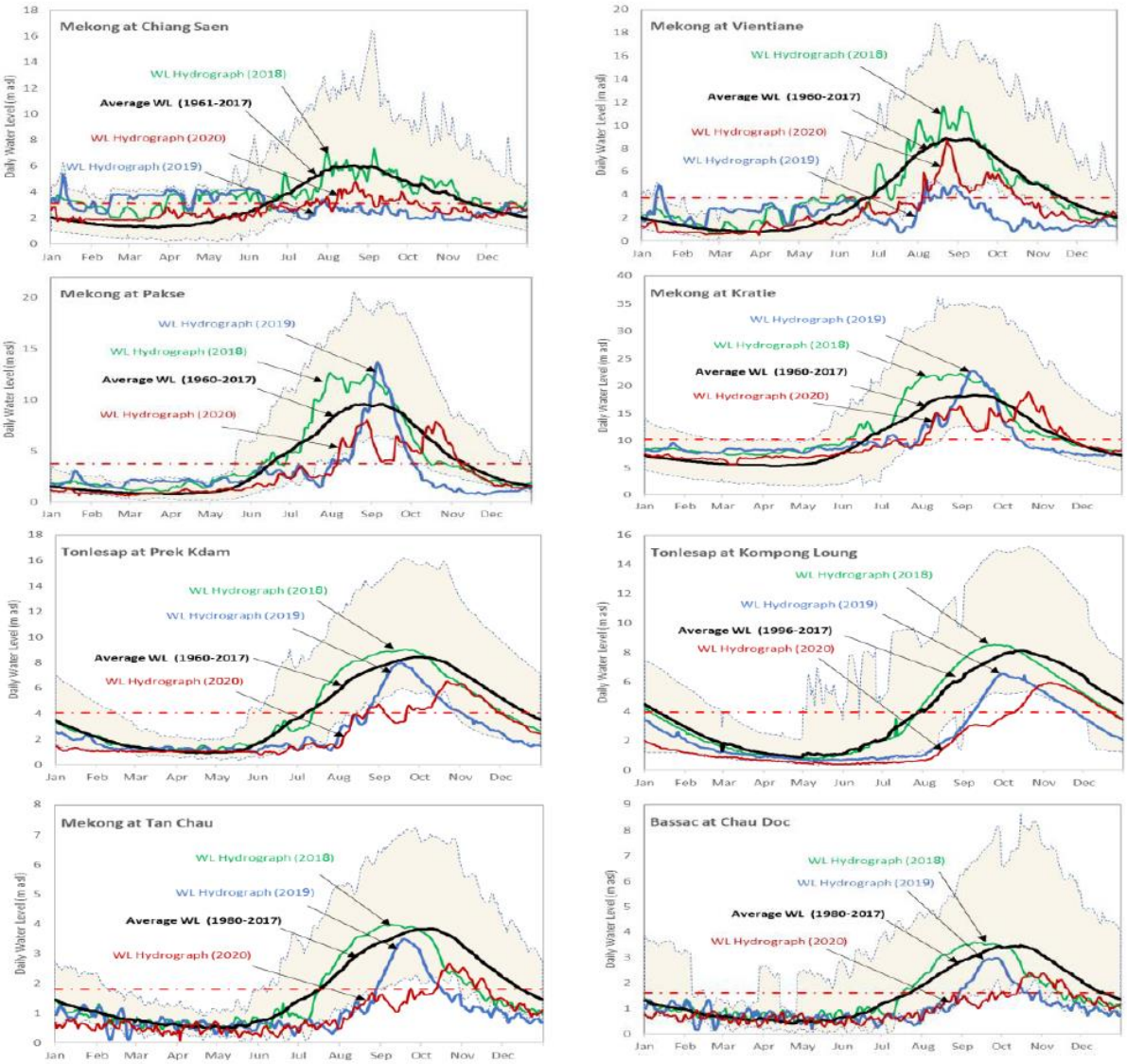
図 3.1.13 流域平均月降雨量（119 観測所、2018 年～2020 年）

3) 河川水位

本川沿いの主要 8 地点（Chiang Saen、Vientiane、Pakse、Kratie、Prek Kdam、Kampong Loung、Tan Chau、Chau Doc）の水位ハイドログラフを図 3.1.14 に示す。水位変化の特徴を以下に示す。

- 2020 年雨季を通じて長期平均値に比べ低かった。沿川のすべての主要観測所で、雨季の開始日は、長期平均に比べ約 3 週間遅く、また、終了日もおしなべて遅かった。
- Chiang Saen（Jinghong ダムの下流約 330 km）における 2020 年乾季水位は、中国のダムからの放流量の影響で長期平均水位（1960~2017）よりも高く推移している。しかし、2020 年雨季（6 月以降）には、Chiang Saen の水位は、上流ダムの貯留により長期平均水位より低くなった。本川沿い下流に行くに従い、メコン河支流からの流入量が徐々に増加し、上流ダムの影響は薄くなる。また、Luang Prabang では、Xayaburi ダムの背水の影響を受け、上流ダムの影響は明確ではなくなる。
- 渇水年の 2019 年との比較の上で、Chiang Saen から Pakse までの河道区間は 2020 年の水位は高かったものの、長期水位よりは低く推移した。2020 年 8 月までは、Kratie より下流、メコンデルタまでは 2019 年の変化と類似している。しかし、Tonle Sap 川（Prek Kdam 観測所）とトンレサップ湖（Kampong Luong 観測所）では、2020 年 9 月から 10 月にかけて、2019 年よりさらに厳しい状況（低い水位）となった。

- 2020 年の洪水ピーク水位は例年通り 9 月に発生したが、Kratie 及びその下流デルタ地域では、10 月後半下流域を襲ったモンスーン性降雨の影響を強く受け、2019 年実績値を上回り、Pakse から Kratie の区間はさらに（降雨の影響で）長期平均値よりも高く推移した。

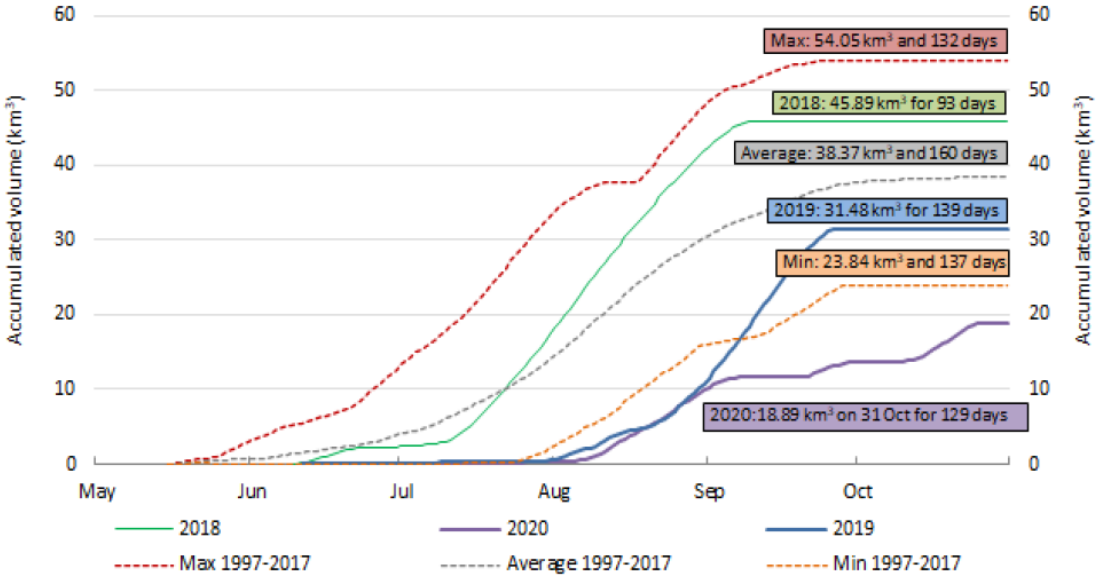


出典：Hydrological Conditions in the Lower Mekong River Basin in July-December 2020, May 2021, MRC

図 3.1.14　日水位ハイドログラフ（主要本川観測所、2018 年～2020 年）

4)　トンレサップ湖への逆流量

図 3.1.15 に年間逆流量の比較図を示す。これに見る通りトンレサップ湖の平均的な逆流発生期間は年間で 160 日間（1997 年～2017 年の平均値）、及び総逆流量は約 38.37 km³（同期間の平均値）である。2020 年は、7 月 7 日から始まり（2019 年よりも 2 週間遅く、長期平均= 1997 年～2017 年、よりも 40 日間遅い）、10 月最終週までに計 4 回発生し終息した。この間の累積逆流量は約 18.89 km³ と算定され、年間平均総逆流量 38.37 km³ に対し約 49%とおよそ半分だった。この値は、2019 年の推定値 31.48 km³ より低く、さらに長期の最低値 23.84 km³（1997 年～2017 年）よりも小さかった。



出典：Hydrological Conditions in the Lower Mekong River Basin in July-December 2020, May 2021, MRC

図 3.1.15　本川からトンレサップ湖への累積逆流量の比較（2018 年～2020 年、及び長期平均）

(3)　下流域へのインパクト

2020 年の低水流量（5 月～7 月）は、特にトンレサップ湖とメコンデルタに顕著な影響を及ぼしたと認識されており、MRC の Situation Report では、主要セクターへの影響について以下の通り言及している。ただし、ここでは一次的情報の提示、共有に留まっており、定量的な踏み込んだ分析結果は未公開である。経済的なインパクトについても公表されている情報はまだない。

農作物への影響

天水農業や米作、その他の作物生産に必要な水需要に対し、降雨量不足が深刻な影響を及ぼした。いくつかの農家では、最初の稲の植付けに失敗したため、促成栽培が可能な別品種に変更し再度の植付けを強いられた。一般に天水による水田は、水量の消費を防ぐため雑草の除去がより必要となり、農家ではそのための経費負担が膨らみ、米作に負の影響が及んでいる。デルタにおける米作や果樹栽培地域では、メコン河の流量減により塩水遡上の影響を大きく受けた。

生態系の不均衡

トンレサップ湖及び周辺の洪水氾濫域では、逆流の発生時期、期間、程度に顕著な変化が生じ、生態系に負の影響を生じている。魚や他の水生動物、植物（洪水林を含めた）等の生存量及び産卵・生育域の減少を招いた。

栄養塩を含む土砂移動の減少

土砂に含まれる栄養塩の流入減は、トンレサップ湖及びその周辺の洪水氾濫域での生産性と食物連鎖に影響を与えている。

各世帯における漁獲量の減少

トンレサップ湖及びその周辺の洪水氾濫域では、顕著な世帯当たりの漁獲量減少が起こっている。Kampong Chhnang における世帯当たりの漁獲量は、2019 年（渇水年）では、それより以前 8 年間（2011-2018）の平均と比べ約 35%減少した。メコン河本川からの逆流発生時期と逆流継続期間と連動し、漁獲量と逆流現象との間には相関がある。

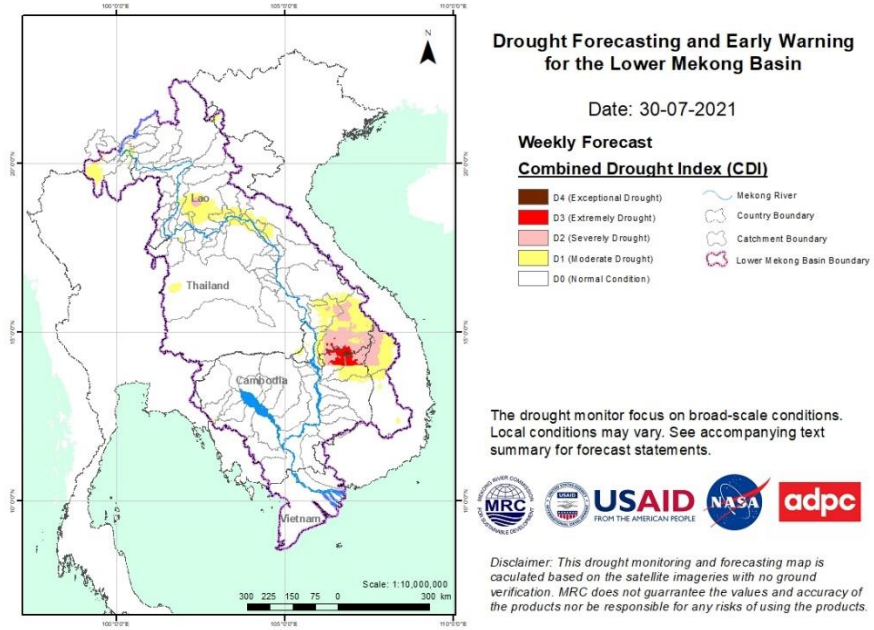
社会経済への影響

トンレサップ湖の漁業は、カンボジア全体の年間総漁獲高（約 77 万トン）の 60%以上に貢献している。2020 年に見られたような顕著な逆流発生時期の遅れと逆流量の減少は、カンボジアの漁獲量をさらに低下させ、この地域と国内における最も脆弱性の高い人々の食物確保に深刻な影響を及ぼしている。

(4) 渇水予測と対応策の現状

1) 渇水予測情報の共有

MRC の渇水予測及び対策に関する活動は、基本的に”Drought Management Strategy for the Lower Mekong Basin 2020-2025, Nov. 2019” に準拠し、プノンペンにある MRC 直属の Regional Flood and Drought Management Center（RFDMC）の所管で行われている。図 3.1.15 に示すような週ごとに渇水予測レポートが MRC の web 上に公開されている。



テキスト情報：This Week's Drought Summary
From 24 to 30 July, the LMB is forecasted to experience some meteorological drought mainly in around 3S area and the bordering area of Lao PDR and Thailand. Moderate and severe drought is likely to take place in around 3S area.

図 3.1.16 下流域の渇水に関する週間予報（統合渇水指数：CDI）

2) トンレサップ湖への影響緩和策

Situation Report では、可能性のあるトンレサップ湖への影響緩和策として、以下の対策について言及している。これらの一部については、すでに実施、または検討されているものもあると思われるが、実態についてはさらなる確認が必要である。

- ダム貯水量を増加させ、灌漑への転流量を減少させるため、Tonle Sap 川に新しい流量制御のための構造物を建設し、低水位現象による直接の被害者（例えば、トンレサップ湖周辺の脆弱性の高い地区の農民や漁民）に対して補償を行う。
- 流域国協働で貯水池建設や貯水容量の拡大を検討し、プロジェクト形成を実現すること。上流ダムによる負のインパクトを緩和し、トンレサップ湖への逆流量や発生時期を制御するために、上流域及び下流域の既存ダムの運用ルール変更を検討する。
- MRC と NMCs 協働で、（関係国の）責任機関の協力のもと、現在のダム貯水容量や大規模の転流量をリアルタイムで観測し、情報共有できる体制を整備する。
- MRCS の機能の一部として、メコン河本川の流量をモニタリングし、MRC のカウンシルに情報共有する義務があるが、同時にカウンシルはダイアログパートナー（中国とミャンマー）と協働し 2019 年に経験したような下流域の低水位現象に対応するべく、ダムからの放流を実現させる。そのために、MRC の観測網を使って異常な流況をいち早く予測・検知し、2019 年同様の想定される水文状況について明文化し、上流ダムからの放流ができるよう中国側と協力・交渉する。

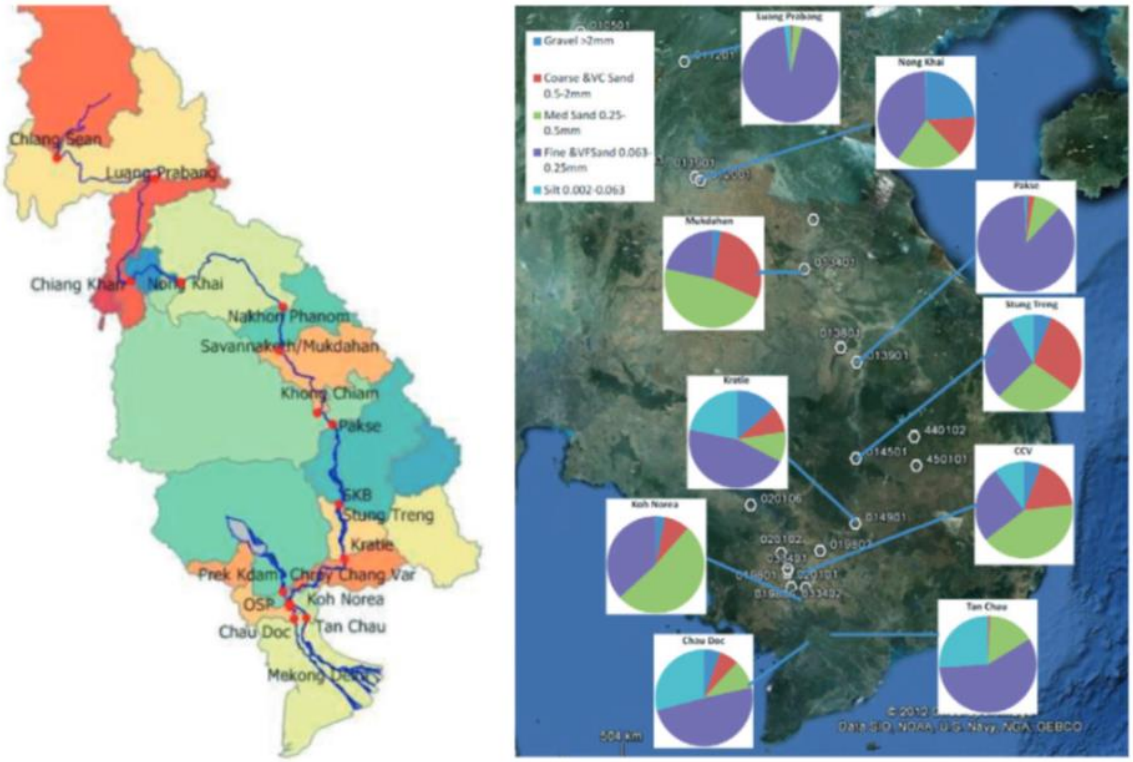
上述した通り上記の各対策に関する検討状況は不明だが、非常に重要な提案と考えられる。モニタリングや情報共有を推進し、ダムの運用ルール変更に関する議論、分析を、その実現に向けさらに具体化することが求められる（そのための支援が必要)。ただし、トンレサップ湖及びその周辺地域の負の環境社会影響は、ダムの建設・運用による要因以外の開発行為も複合的に関わっていると考えられるため、この点にも配慮が必要である。また、Tonle Sap 川に流量調整のための構造物を建設する対策案は、逆流現象を詳細に分析し、トンレサップ湖及びその下流のメコンデルタにとって望ましい流況が明確になっていない現段階では、慎重に取り扱う問題かと認識される。

3.2 土砂

3.2.1 ダム建設と運用による影響

(1) 土砂生産

メコン河流域では、1960 年代から 2000 年代にかけて断続的に土砂観測が行われている、MRC は 2009 年から 2013 年に Discharge and Sediment Monitoring Programme (DSMP)を実施し、サンプリングによる土砂のモニタリングを実施した。DSMP では、17 の地点で年間 28～34 回サンプリングを実施した。土砂のサンプリング地点と、粒度分布を図 3.2.1 に示す。



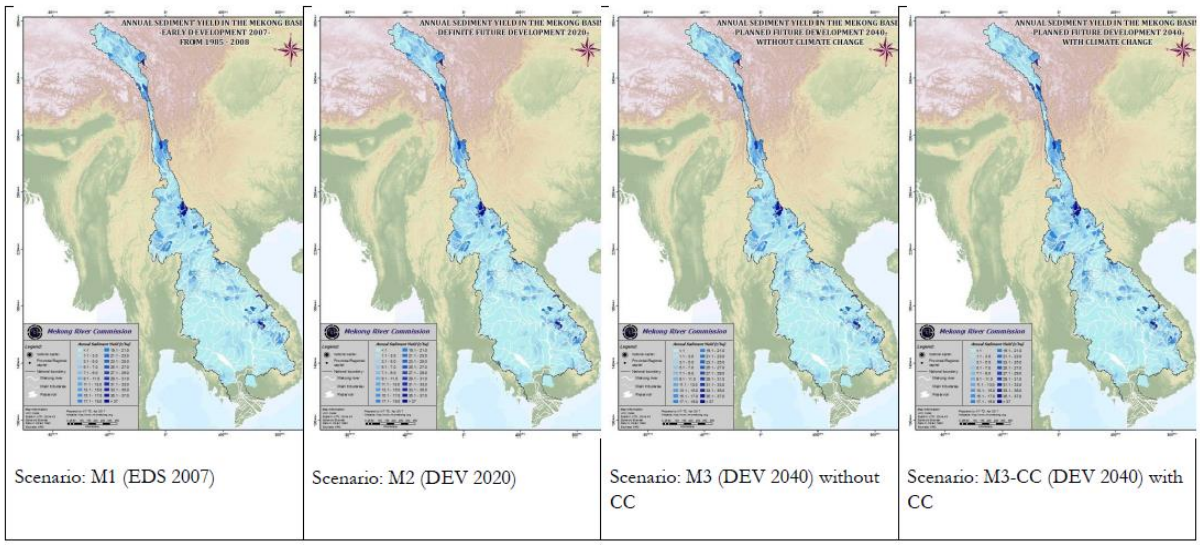
出典；Koehnken L.2014

図 3.2.1　土砂モニタリング位置図（DSMP 調査、2009-2013、MRC）

図 3.2.1 から、上流域に近い Luang Prabang では、上流域のダム群で掃流砂分が捕捉されるため、粒径 0.25mm 以下の細かい細砂が支配的である。下流域では、支川からの土砂流入によって、中砂（粒径：0.25 ㎜～0.5mm）や、粗砂（粒径：0.5mm～2mm）が増加しているのが分かる。

メコン河流域の土砂生産は、上記観測結果を基に、SWAT を用いた土砂生産の予測の調査が多くなされている。Council Study9で示される年間の土砂生産を図 3.2.2 に示す。

[9] The Council Study, “Modelling the Impacts of Climate Change and Development Infrastructure on Mekong Flow Sediment Regimes and Water Quality,” MRC, 2018



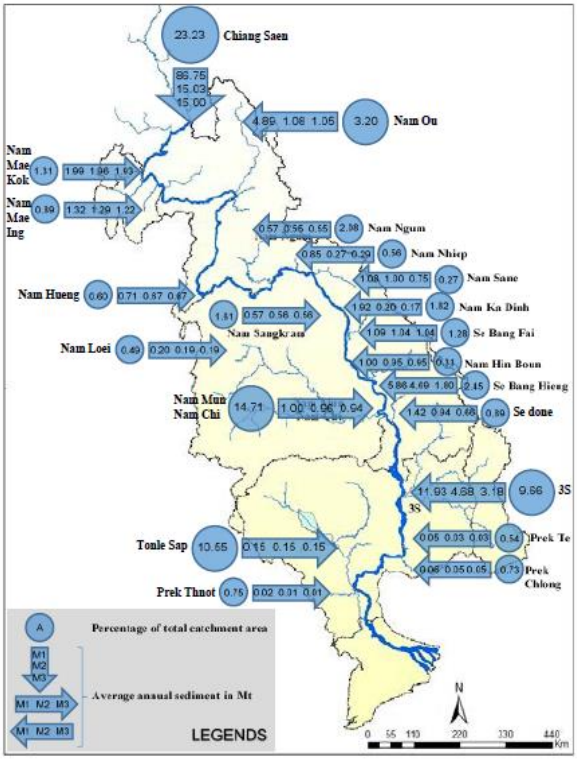
出典：MRC, Council Study, 2013

図 3.2.2　各開発シナリオにおけるメコン河流域の土砂生産量

同様の流域の土砂生産に係わる調査・研究は多くなされている。メコン河の土砂生産の特徴は以下の通りとまとめられる。

- 上流域は地殻変動や急峻な地形によって土砂生産量は多く、450 t /km^2/yr と推定される。
- ラオス北部高地は、砂岩や、石灰岩、花崗岩や変成岩などからなり、流域の中で土砂生産は多い地域である。
- タイ東部のムン・チー川流域は灌漑やその他の開発行為で土砂生産量は増加傾向にあるものの土年間土砂生産量は 40 t/km^2/yr と、流域のなかでは低い値となる。
- 3S 流域を含むラオス南部とカンボジア東部、ベトナム南西部は中新世後期に隆起した土地で、浸食作用によって年間 280 t/km^2/yr の土砂生産量が見込まれる。

MRC は Council Study において、MRC の所有する解析モデル（ISIS）で支流域からの土砂生産量を推定している。各支流域からの土砂生産量は図 3.2.3 に示す通りとなる。

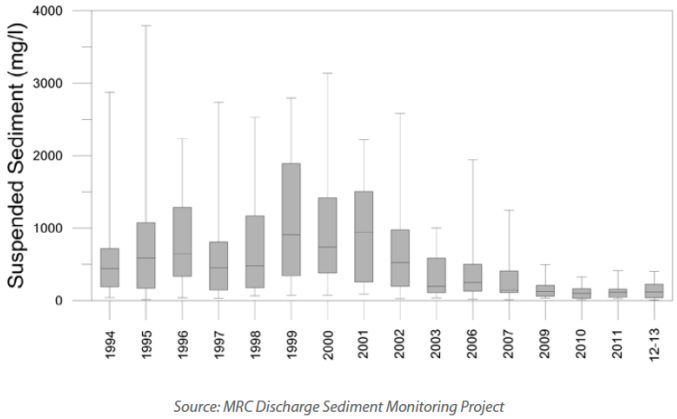


出典：MRC, Council Study, 2013

図 3.2.3　支流域から本流への土砂供給量

(2)　土砂移動

MRC の State of Basin Report によれば、本川沿いの土砂移動に関しては、上流域における大規模貯水池の開発により大幅に減少していることが報告されている。Chiang Saen における年平均流砂量（浮遊砂）は、1994 年の 85 Mt/年から 2013 年の 11Mt/年まで減っている。また、メコン河流域全体では、過去 160Mt/年あった浮遊砂量が、約 70Mt/年まで減少している（Koehnken, 2014）。図に Chiang Saen における 1994 年から 2013 年までの浮遊砂量の変遷を示す。

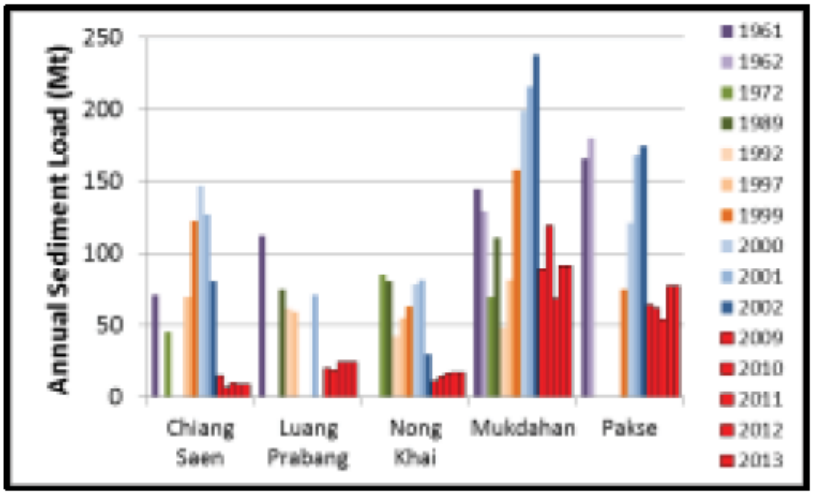


出典：MRC, State of Bain Report, 2018

図 3.2.4　Chiang Saen における浮遊砂量の変遷

図に示す通り、2000 年代後半から Chiang Saen における浮遊砂量が大きく減少していることが分かる。この浮遊砂の減少は中国領内の上流域の本川に建設されたダム開発による影響と考えられる。

Chiang Saen より下流のメコン河本川の浮遊砂量の変遷を下図（Koehnken, 2014）に示す。Chiang Saen の浮遊砂は 2000 年以降 60-100Mt/年減少減少しており、下流の Pakse でも 60-120Mt/年の減少が確認できる。中国領内のダムの影響が下流まで及んでいることを示している。



出典：MRC, Hydropower Mitigation Guideline, 2019

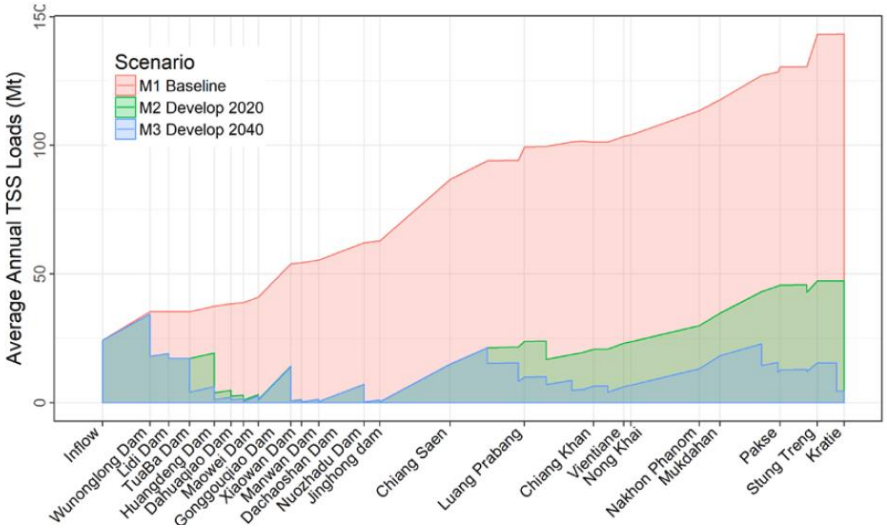
図 3.2.5　Chiang Saen より下流における浮遊砂量の変遷

MRC の Hydropower Mitigation Guideline（2019）によれば、メコン河本川下流域では、砂利が採取されており、採取量は年間 50Mt/年と推定されており、その内 8 割はカンボジアとベトナムで採取されている。

栄養素の輸送、浸食・堆砂のプロセス、デルタの安定性、そして漁業や農業の生産性を考慮すると流砂量の減少は警告されるべきである。

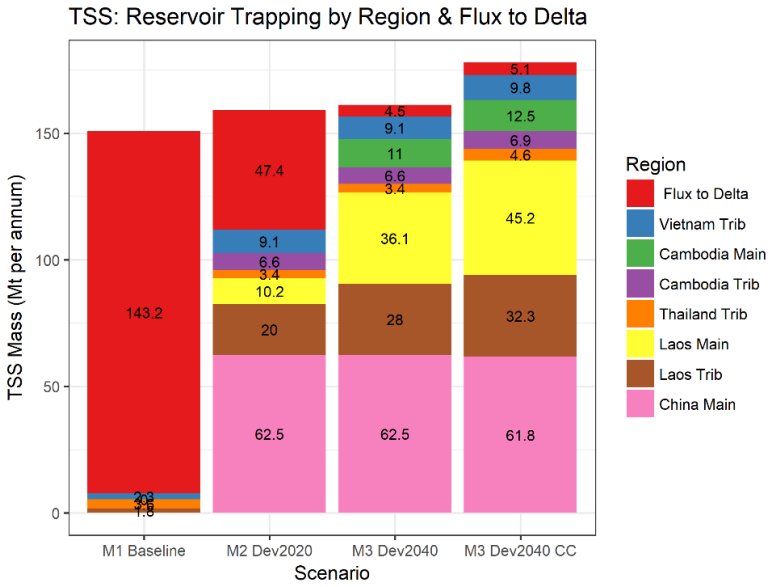
(3)　土砂移動の将来予測

Council Study では、３つのシナリオ（M1, M2, M3）において、メコン河上流から Kratie までの流砂量の予測を行っている。ベースラインとなる M1（2007 年シナリオ）では Kratie 観測所に年間 143Mt/年の土砂が到達していたと推定される。流域のダム開発によって Kratie に到達する土砂は M2(2020 年シナリオ)で 47Mt/年（全流砂量の 30%）、M3(2040 年シナリオ)で 4.5Mt/年（全流砂量の 3%）まで減少することが予想されている。中国領内の上流域の本川に建設されたダムと下流域の本川・支川に建設されるダムによる影響が大きく、下流域では、本川の最下流に計画されている Sambor ダムの影響が大きい。



出典：Basin Development Strategy 2021-2030 & MRC Strategic Plan 2021-2025

図 3.2.6　開発シナリオ別の本川沿いの将来流砂量予測



出典：MRC, Council Study, 2013

図 3.2.7　貯水池による補足土砂量（発生流域、シナリオ別）

(4)　現状の土砂管理の課題

メコン河の流送土砂の観測は、1960 年から 2000 年代にかけて散発的に実施されてきた。2009 年から 2013 年にかけて MRC によって実施された Discharge and Sediment Monitoring Programme (DSMP)以降、流域全体をカバーした流砂量の観測は実施されていない。Council Study においても、例えば土砂の粒径分布のデータが少ないため、詳細な土砂動態の把握が困難と述べている。既往の研究・調査の多くは、USLE などの土砂生産の経験式や、Brune 式による貯水池の土砂捕捉の推定式に依存しており、実際の流域全体の土砂動態は推定の域を出ていない。流域のダム開発が進む中、ダムの運用が土砂動態に与える影響を定量的に把握するためにも、継続的な流送土砂の観測が必要である。

MRC の Basin Development Strategy (2021-2030) & MRC Strategic Plan (2021-2025)では、メコン河流域の生態系機能を維持するため、流域全体の土砂管理計画（Basin-wide sediment management plan）の策定が提案されている。流域土砂管理計画の策定では、その前提となる流域の土砂観測体制を充実させる必要があり、土砂動態の特性を把握した上で、流域各国の関係機関が参加した流域土砂管理計画の策定が必要と考える。

3.3 生態系

メコン河の流域の湿地帯は、生物多様性の重要なホットスポットであり、かつ地域の経済、社会、文化の面で重要な役割を担っている。しかし、2003 年から 2010 年の間にマングローブの面積は 30%まで後退した。また 2010 年当時、100,000km^2 以上あった下流域の湿地帯は、MRC によればメコンデルタでは 2%以下まで減少したと推定されている。また過去 100 年の間に、生物資源の総計は、米作や森林伐採の大規模な拡張、集約的な漁業の圧力、水力開発、砂利採取、都市化と工業開発、関連汚染を伴う農業開発が原因でかなり落ち込んでいる。[10]

ダムの生態系影響と言う点で最も懸念されているのは水生生物、特に魚類へのインパクトである。メコン河流域は、およそ 1,200 種類の魚種が登録されている世界でも最も多様化した淡水環境を誇る。MRC が実施した 2007-2018 の下流域 25 地点の魚類モニタリング（MRC, 2021）[11]でも 617 種の魚種が確認されている。特に表 2.4.1 の Zone 4（Nam Kam から Stung Treng までの区間）や 3S 流域は 115 種と多様性が高く、また Tonle Sap 地域は多様性が高いほか、バイオマスも多く、他の国際河川と比較して、メコン河は未だに比較的良好な生態系を有している（MRC, 2021）。しかし、ダムによる河川の分断などのため、魚類は大きな影響を受けることが予想される。

以下に現段階で把握できているメコン河流域のダム・水資源開発の生態系への影響を説明する。

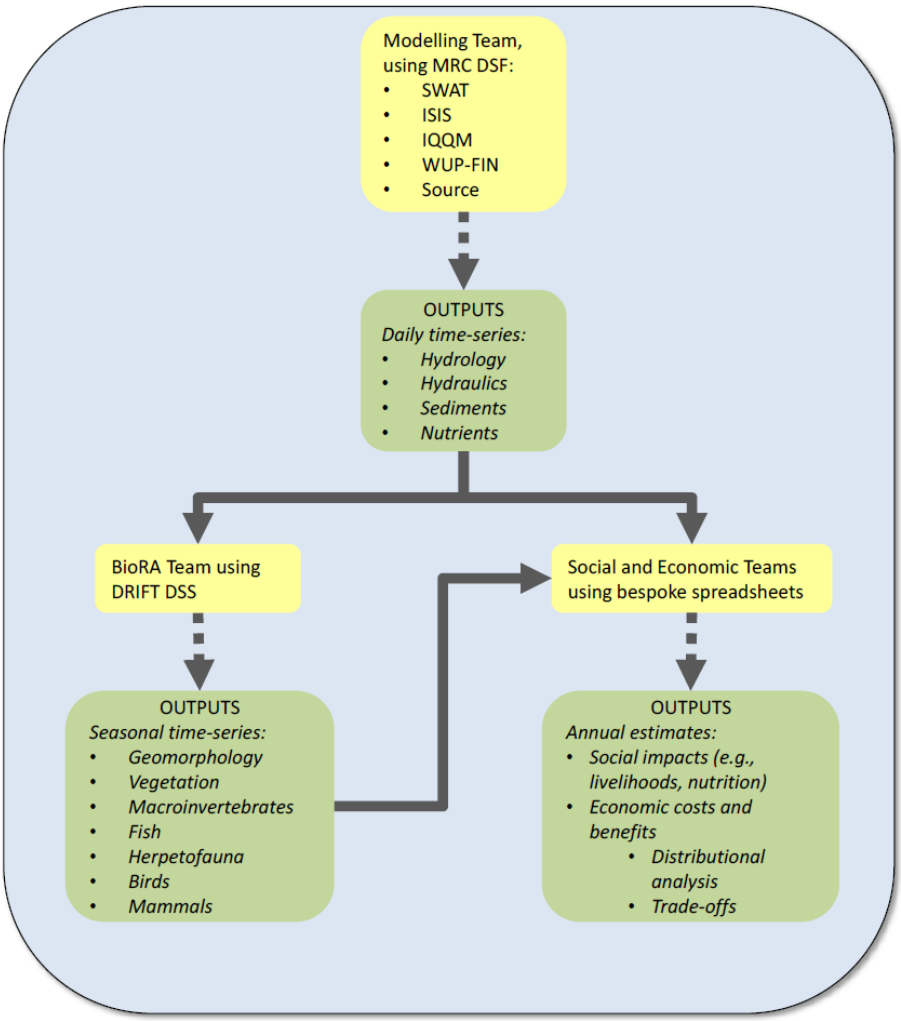
3.3.1 生態系影響の概要

Council Study では、メコン河下流域を 8 つのゾーンに分けて、環境流量にフォーカスした DRIFT モデルを使って、生態系（生物資源）への影響を予測している（Biological Resources Assessment (Bio-RA)、図 3.3.1 参照）。DRIFT モデルは 20 か国の 50 プロジェクト以上で使われているモデルで、以下のサイトに詳細な説明やチュートリアルがある（https://www.drift-eflows.com/）。

Council Study では同モデルの第一人者である南アフリカの Cate Brown 教授の技術的統括のもと 30 名以上の生態系影響スペシャリストが参加して予測が行われており、SWAT、ISIS などの水文・水質モデルで予測された水深、流速、せん断応力、浸水面積、土砂濃度・量、栄養塩濃度の予測値（日レベル）をもとに、生態系が乾季や雨季の開始時期、乾季や雨季の期間、平均日平均流量、最低 5 日間

[10] MRC, Basin Development Strategy 2021-2030 and MRC Strategic Plan 2021-2025, 2021.
[11] MRC, Status and trends of fish abundance and diversity in the Lower Mekong Basin during 2007-2018 (MRC Technical Paper No.66), 2021.

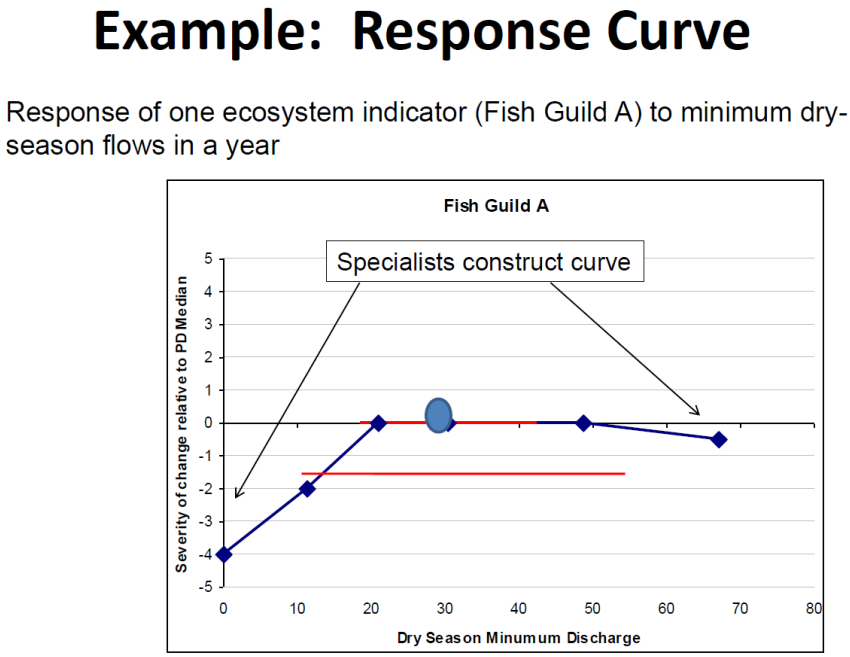
流量、最大 5 日間流量、平均水深、最大水深、最低水、氾濫原の水深、土砂濃度など約 50 の入力条件（影響因子）にどのように反応するかを「反応曲線」を仮定して予測するもので、河道地形、植生、無脊椎動物、魚類、両生類・爬虫類、鳥類、哺乳類の反応が予測対象になっている。



出典：MRC, The Council Study, Biological Resources Assessment, Technical Report Series, Volume 4: Assessment of Planned Development Scenarios, Final Report, p.6, 2017.

図 3.3.1　Council Study における生態系影響の予測

図 3.3.2 に反応曲線の例（最低乾季流量に対する魚ギルド A の反応）を示す。メコン河流域では各評価ゾーンで様々な生物が流量や河道の生息環境などの影響因子にどのように反応するかについての十分なデータがないが、DRIFT の場合はそのような状況でも専門家の判断で予測が可能となる。また詳細なメカニズムを規定せず、主要な影響因子の変動と反応曲線の組み合わせから予測ができる点が特徴的であり、非常にフレキシブルにモデルを構築できる点も DRIFT の利点である。



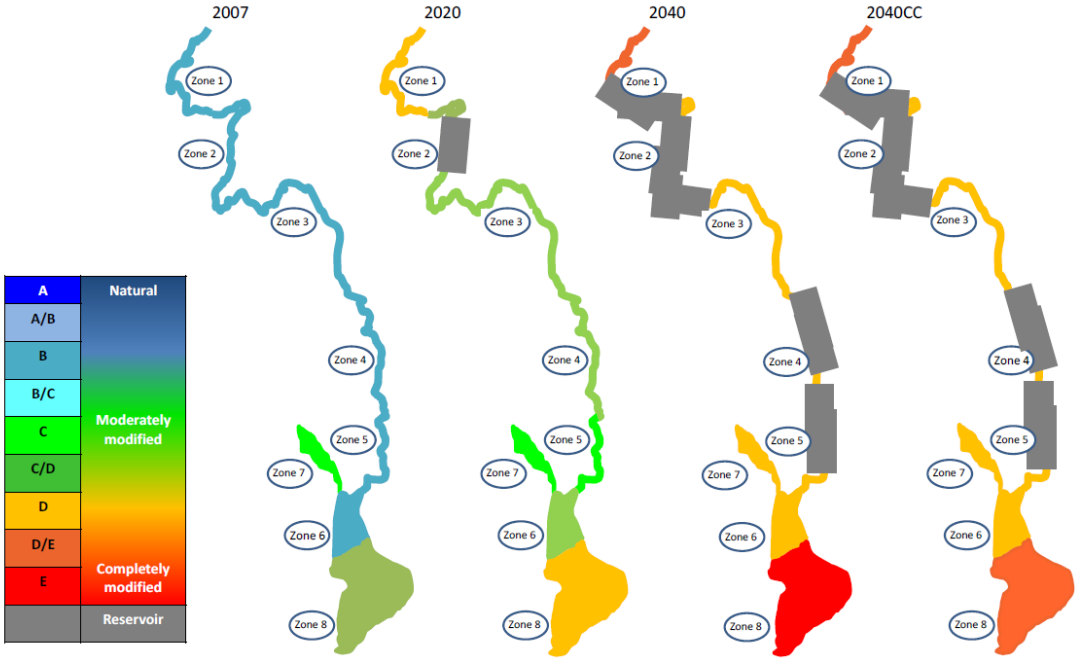
出典：Brief Introduction to DRIFT, https://www.drift-eflows.com/wp-content/uploads/2018/02/Introduction-to-DRIFT.pdf（アクセス日 2021/8/8）.

図 3.3.2　DRIFT モデルにおける反応曲線の例

メコン地域の生物種は非常に多様なため、魚類は上流域の魚類、主流に棲息する長距離を回遊するホワイトフィッシュ、主流に産卵する短距離を回遊するホワイトフィッシュ、氾濫原に産卵するグレイフィッシュなど 11 タイプのギルド（魚種）に分けて、魚種別の平均的な反応を想定して予測がされている。

上述のとおり同モデルは限られたデータから生態系影響の予測ができるフレキシブルなツールという点では優れていると思われるが、モデルのパラメーターを設定したりキャリブレーションをしたりするためのデータが不十分であるため、予測の精度には限界があると思われる。例えば 11 ある本流ダムのうち 10 基では魚道などによって 50%の魚の移動が可能と仮定されている（本流の一部を堰き止める Don Sahong ダムの場合は 90%の回遊が可能と仮定）が、同じギルド内でも種や成長段階によって成功率は大きく異なることが考えられ、遡上・流下成功率はもっと低い可能性も考えられる。またトンレサップ湖の魚に対する流況変化や漁獲圧の影響についての学際的研究の状況から考えても、反応曲線の設定に使える信頼できる情報は非常に少ないと思われる。よって、シナリオ別予測結果が出されているとは言え、その精度については留意が必要である。

予測結果の例を図 3.3.3 に示す。生態系への影響は場所によって大きく異なるが、メコン主流の中流域ではダム開発により生息環境が大きく変わり（流況の変化や浸食・土砂堆積などによるハビタットの変化）、2007 年にはカテゴリ B 程度の生態系健全度であったのが、2040 年にはカテゴリ D となる。また既に人為的影響を受けている主流の下流域についても、さらに人為的改変が進み、Tonle Sap やメコンデルタではカテゴリ D からカテゴリ E の生態系健全度になることが予測されている。



出典：MRC, Council Study, Biological Resources Assessment, Technical Report Series, Volume 4: Assessment of Planned Development Scenarios, Final Report, p.83, 2017.

図 3.3.3　Council Study による 2040 年までの生態系健全度の予測結果

ゾーン別の浸食、氾濫原・湿原の植生、魚類バイオマス、他の水生動物バイオマス、生物多様性の予測結果（指標の変化度、%）を表 3.3.1 に示す。中流域ではダムの建設によって大きな生態系の変化が予想される。またダムによる直接的な影響がない下流域でも累積的な影響により生物多様性の 50%が、魚類バイオマスの 30%程度が失われることが予想されている。

表 3.3.1 Council Study による 2040 年までの生態系指標の変化度の予測結果

Zone	Indicator		2020	2040	2040CC
Zone 1	Erosion	river channel	+115	+115	+115
		impoundment	n/a	-100	-100
	Extent of indigenous riparian and wetland vegetation		-0	-35	-40
	Fish biomass		-35	-55	-55
	OAA biomass		-25	0	0
	Biodiversity		-35	-55	-60
Zone 2	Erosion	river channel	+45	+70	+65
		impoundment	-100	-100	-100
	Extent of indigenous riparian and wetland vegetation		-25	-80	-80
	Fish biomass		-40	-70	-75
	OAA biomass		+5	+35	+35
	Biodiversity		-50	-85	-85
Zone 3	Erosion	river	+25	+30	+20
		impoundment	n/a	n/a	n/a
	Vegetation biomass		-10	-10	-10
	Fish biomass		-40	-60	-65
	OAA biomass		-15	-15	-15
	Biodiversity		-30	-35	-35
Zone 4	Erosion	river channel	+35	+35	+40
		impoundment	n/a	-100	-100
	Extent of indigenous wetland vegetation		0	-30	-35
	Fish biomass		-15	-40	-40
	OAA biomass		-15	0	0
	Biodiversity		-40	-80	-80
Zone 5	Erosion	river channel	+60	+80	+80
		impoundment	n/a	-100	-100
	Extent of indigenous riparian and wetland vegetation		-10	-45	-45
	Fish biomass		-20	+5	+5
	OAA biomass		-15	+5	+10
	Biodiversity		-35	-75	-75
Zone 6	Floodplain sedimentation		-65	-95	-95
	Extent of indigenous riparian and wetland vegetation		-15	-30	-25
	Fish biomass		-20	-40	-35
	OAA biomass		-5	-10	-10
	Biodiversity		-25	-45	-45
Zone 7	Floodplain sedimentation		-25	-55	-55
	Extent of indigenous riparian and wetland vegetation		-10	-15	-10
	Fish biomass		-15	-25	-35
	OAA biomass		-10	-10	-15
	Biodiversity		-25	-50	-50
Zone 8	Floodplain sedimentation		-70	-95	-95
	Extent of indigenous riparian and wetland vegetation		-30	-40	-5
	Fish biomass		-15	-30	-10
	OAA biomass		-10	-15	0
	Biodiversity		-35	-50	-35

CHANGE considered negative for ecosystem HEALTH		
<70%	40 to 70%	20 to 39%

出典：MRC, Council Study, Biological Resources Assessment, Technical Report Series, Volume 4: Assessment of Planned Development Scenarios, Final Report, p.72, 2017.

3.3.2 ダム建設と運用による生態系影響

Council Study の主要シナリオ（2020、2040、2040CC）の生態系影響評価は、ダムの開発に加えて、気候変動や他の水資源開発（農業など）も関わっているので、この評価結果からダムの開発の影響だけを評価することは簡単ではないが、以下の二つの方法でダムおよび他の要因の影響の把握が試みられている。

- Thematic Reports（ダムおよび他のセクターの前提条件および環境社会影響に焦点を当てたテーマ別分冊報告書）の作成
- 主要シナリオに加えて、ダムや他のセクターの開発・気候変動に関わるサブシナリオの環境社会影響の予測

このうちダムに関わるテーマ別分冊報告書[12]では、Council Study では生態系、社会経済、マクロ経済など分野別に報告されていた結果のうちダムの影響について 107 ページに亘って紹介しており、生態系影響については、以下について説明がある。

- 河岸浸食およびハビタットの減少
- 河川および湿原の植生への影響
- 水生大型無脊椎動物への影響
- 魚類および漁業への影響
- 両生類・爬虫類への影響
- 鳥類および哺乳類への影響

ただし、上述した生物資源影響の報告書を要約した定性的なものであり、ダムの影響についてより詳細に検討したものではない。

一方、Council Study ではダムの影響を把握するために、2040CC をもとに以下の 3 つのサブシナリオの検討をしている。

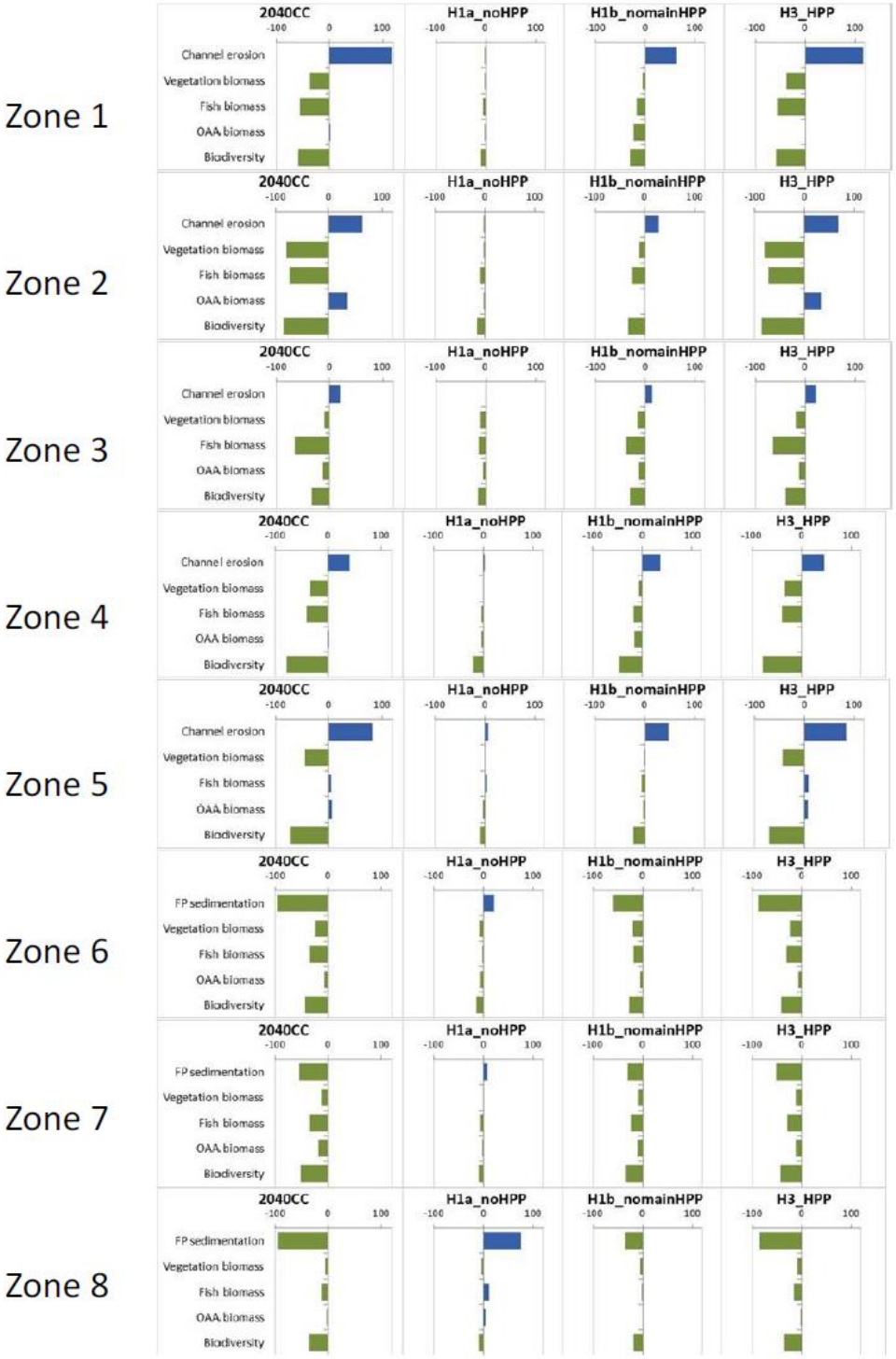
- H1a_noHPP：2040CC と同等だが水力ダムは 2007 のレベル（ダムは 2007 年レベル）
- H1b_nomainHPP: 2040CC と同等かつ Lancang 川の水力ダムと 2040 年の支流の水力ダムは存在するが、LMB の本流のダムは存在しない（LMB 本流ダム無し）
- H3_HPP: 2040CC と同等だが水力ダムで対策（LMB 本流ダムにおける土砂フラッシングの追加的実施）を実施（対策実施）

これらは他の条件を 2040CC と同じとして、ダムに関する条件だけを変えて予測を試みたものである。これらのケースの生態系に関わる結果（河道浸食/ハビタットの変化、植生バイオマス、魚類バイ

[12] MRC, Council Study、Thematic Report on the Positive and Negative Impacts of Hydropower Development on the Social, Environmental, and Economic Conditions of the Lower Mekong River Basin, 2017.

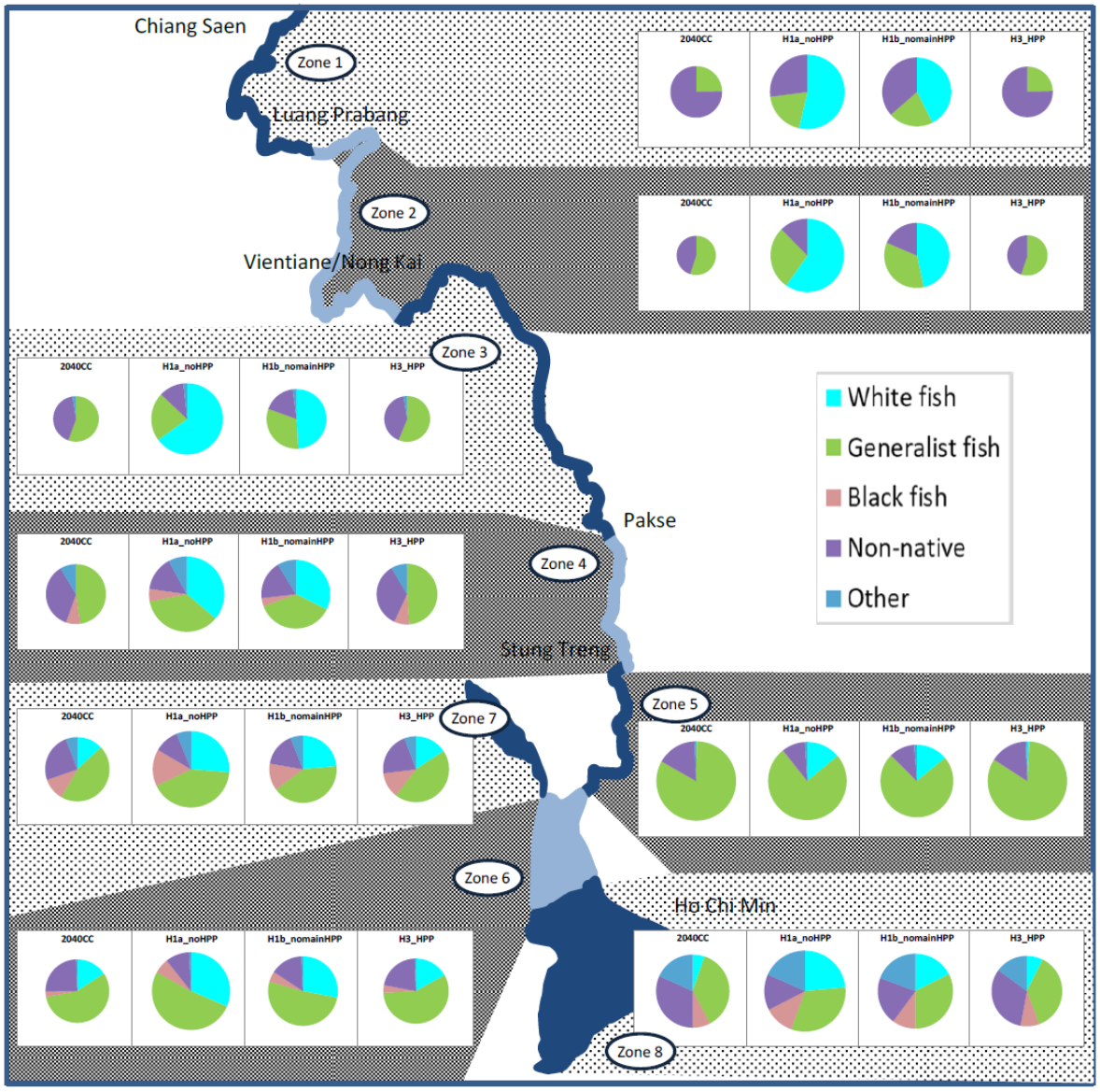
オマス、他の水生動物バイオマス、生物多様性）を図 3.3.4 に示す。ダムによる流況の変化は限定的なため、生態系への影響の大部分は土砂（栄養塩）の減少とダムによる河川の分断による魚類の回遊の阻害に起因していると説明している。H1a（ダムは 2007 年レベル）の影響はベースである 2007 年の状況と大きくは変わらないが、気候変動の影響（2040CC よりさらに温暖で降水量の多い条件）で、Zone 8 への土砂流入が多くなっている。H1b（LMB 本流ダムなし）は本流ダムがないため 2040CC より影響が少ない。H3（対策実施）はある程度の対策の効果が見られるが、H1a（ダムは 2007 年レベル）との比較で考えれば、2040CC と大きな違いはない。

図 3.3.5 に水力ダムに関するサブシナリオ別の魚類バイオマスと魚種を比較する。H1a（ダムは 2007 年レベル）と比較して、2040CC と H3（対策実施）ではバイオマスの減少が大きく、特に Zone 5 より上流ではホワイトフィッシュに甚大な影響が出ることがわかる。



出典：MRC, Council Study, Biological Resources Assessment, Technical Report Series, Volume 4: Assessment of Planned Development Scenarios, Final Report, p.115, 2017.

図 3.3.4　水力ダムに関わるサブシナリオ別の生態系影響の予測結果

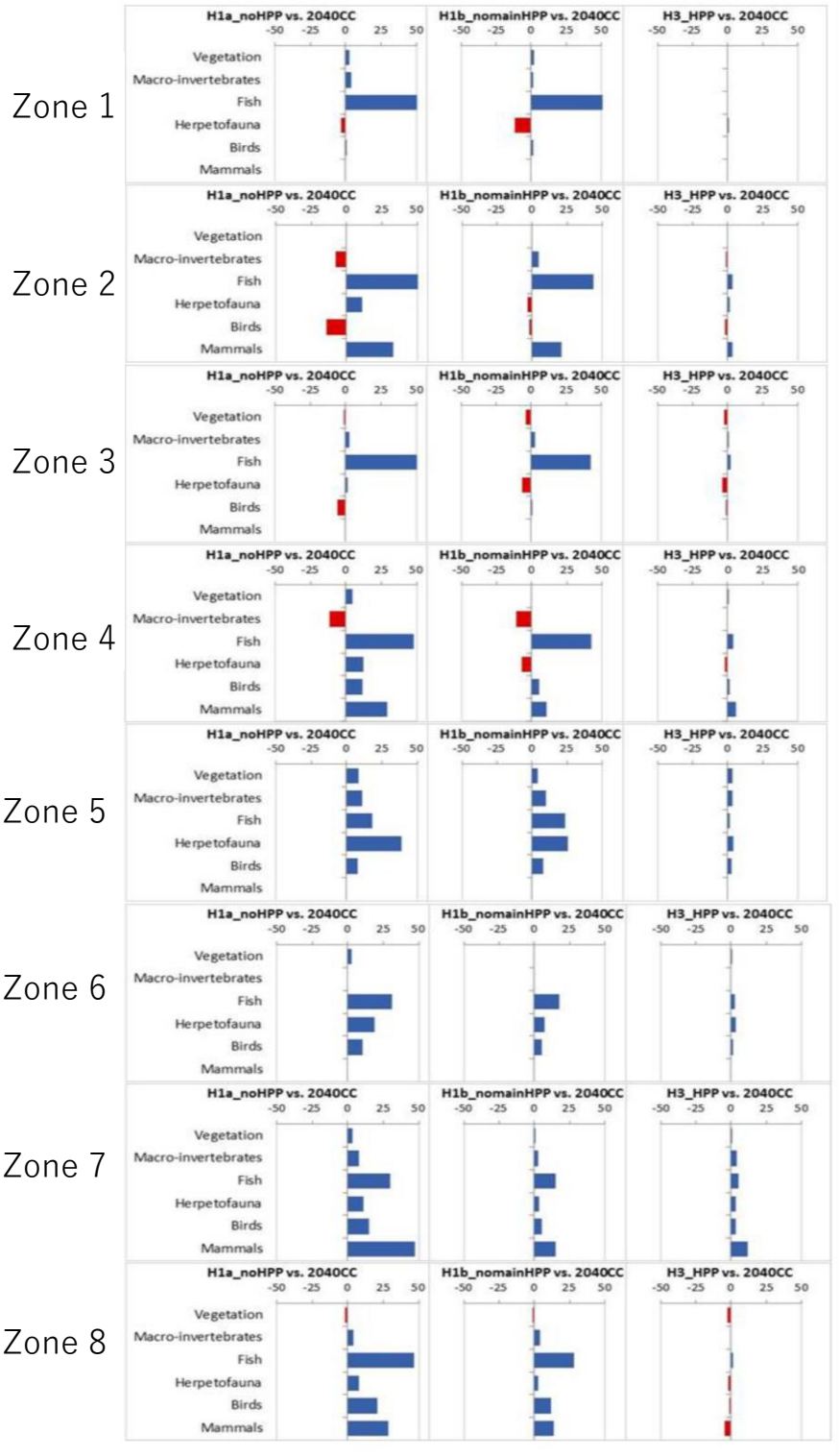


出典：MRC, Council Study, Biological Resources Assessment, Technical Report Series, Volume 4: Assessment of Planned Development Scenarios, Final Report, p.116, 2017.

図 3.3.5　水力ダムに関わるサブシナリオ別の魚類バイオマスと魚種構成の予測結果

図 3.3.6 に H1a（ダムは 2007 年レベル）、H1b（本流ダム無し）、H3（対策実施）と比較のベースとなる 2040CC の差（植生、大型無脊椎動物、魚類、爬虫類・両生類、鳥類、哺乳類）を示す。2040CC と比較すると H1a（ダムは 2007 年レベル）や H1b（本流ダム無し）は一部の生物相（大型無脊椎動物や鳥類）にとってはマイナスとなっているが、これは乾季の水位上昇、土砂供給の減少、藻類の繁殖などダムによる影響で出現するハビタットを好む生物がいるためである。しかし、全般的に見れば、H1a（ダムは 2007 年レベル）や H1b（本流ダム無し）は、大部分の生物相に対して 2040CC より望ましいシナリオであることがわかる。

ダムにおける対策については、維持流量、魚道は 2040CC に既に反映されており、H3（対策実施）と 2040CC の差は土砂フラッシングである。2040CC と比較すると、H3（対策実施）では Zone 2-4 においては若干の、Zone 5-7 ではある程度の生態系へのプラスの影響が見込めるようである。



出典：MRC, Council Study, Biological Resources Assessment, Technical Report Series, Volume 4: Assessment of Planned Development Scenarios, Final Report, p.115, 2017.

図 3.3.6　水力ダムに関するサブシナリオと2040CCの生態系影響の差

Council Study では水力ダムのサブシナリオの生態系影響について以下のようにまとめている。

- ダムの影響という点では、土砂の捕捉、回遊の阻害、流況への影響など、河川のコネクティビディ（連続性）に関する影響が最も深刻で、かつ広範に影響を及ぼし、LMB 全体の水資源利用に影響を及ぼす。
- H3（対策実施）に含まれる土砂フラッシングは、2040CC と比較すると LMB の下流部で若干の河川環境の改善に繋がる。
- 魚類の回遊や他の生物のダムの上下流への移動を考えると、魚道の有効性はダムの生態系健全性に対する影響において重要な要素である。Council Study では魚道の有効性は 50%と設定している。

Council Study 以外にダムの生態系影響を検討した事例としては、MRC の Hydropower Mitigation Guidelines の策定の一環として行われた LMB のメコン本流の 11 のカスケードダム（Pak Beng – Sambor）に特化した詳細なケーススタディ（環境影響の予測＋対策案の検討）[13]が挙げられる。これは Council Study のように流域全体の様々な水資源開発の複合的影響や社会経済影響を検討したものではなく、本流ダムの影響に特化した技術的な内容で、PNPCA における個々のダムの EIA における予測評価＋対策案を視野に、カスケード全体の環境影響と想定される対策案の検討をしたものである。表 3.3.2 に同ケーススタディにおける生態系影響の検討項目を示す。

[13] MRC, Guidelines for Hydropower Environmental Impact Mitigation and Risk Management in the Lower Mekong Mainstream and Tributaries, Vol.3, 2020.

表 3.3.2　Hydropower Mitigation Guidelines のケーススタディで検討された
本流ダムの生態系影響の評価項目

Change	Key Risks, Impacts & Vulnerabilities
(Annual / inter-annual changes to flow	
Changes in seasonality (e.g. delayed floods, increase of dry and decrease of wet season flows)	Habitat alteration/ loss related to increased erosion (river bed incision, bed armouring, bank erosion etc.; see also Table 3.2)
	Habitat alteration/ loss related to water quality changes (e.g. temperature, water clarity, salinity (relevant for the Delta), nutrient transport; see also Table 3.3.)
	Loss of ecological functions (e.g. migration/ spawning triggers)
	Loss of productivity due to reduced flood pulse (increase in permanently flooded areas and decrease in seasonally flooded areas)
Daily / short-time period changes in flow	
Fast increase of flow	High drifting rate of fish and macroinvertebrates, loss of food sources, offset of migration triggers, stress for aquatic organisms
Fast decrease of flow	Stranding/ loss of fish and macroinvertebrates, stress for aquatic organisms
Morphological alterations	Increased erosion and riverbed incision causes habitat degradation (see also Table 3.3.)
Thermopeaking	Unnatural (fast changing) temperature regime, stress for aquatic organisms, offset of migration triggers
Barriers/ loss of river connectivity	
Disconnect between flow, sediment and nutrient delivery	Habitat loss related to morphological alterations (see also Table 3.3.), offset of migration triggers, reduced productivity with regard to nutrient trapping and limited delivery downstream
Habitat fragmentation	Blocked/ reduced spawning and feeding migrations, potential isolation of sub-populations
Turbine passage	Stress, fish damage and kills
Spill flow passage	Stress, fish damage and kills
Creation of impoundments	
Trapping of sediments	Morphological alteration and habitat loss. Upstream: sedimentation, possibly filling up of deep pools, reduced vertical connectivity, change of choriotopes (fish, benthic invertebrates), degradation of shoreline habitats; Downstream: loss of habitat structures (e.g. sand bars), reduced habitat quality (e.g. change of choriotopes, river bed armouring), reduced connectivity to tributaries and floodplains (related to river bed incision)

Change	Key Risks, Impacts & Vulnerabilities
Loss of free flowing river sections	Delay/ deposition of drifting eggs & larvae
	Loss/ reduction of fish species adapted to free flowing rivers
	Loss of orientation for upstream migrating fish
Increased visibility	Algae growth and changes in temperature, oxygen
Stratification & temperature changes	Stress due to water quality changes (temperature, oxygen)
Water level changes within impoundment	Stranding of fish and macroinvertebrates, degradation of shoreline habitats
Reservoir flushing	Flushing of benthic organisms and fish, potentially high losses related to high turbidity, destruction of habitats
Diversions or intra basin transfers	
Reduction of river dimension	Reduced productivity, species alteration (e.g. loss or large species), reduced depth may impact connectivity, water quality changes
Homogenisation of flows	Armouring of beds and bars due to reduced sediment transport, habitat loss
Increased flow in receiving basin	Increased bank erosion and bed incision to accommodate increased flow
Water quality changes	Stress
Combined effects	Reduction of biomass and diversity of fish and other aquatic organisms

出典：MRC, Guidelines for Hydropower Environmental Impact Mitigation and Risk Management in the Lower Mekong Mainstream and Tributaries, Vol.3, 2020.

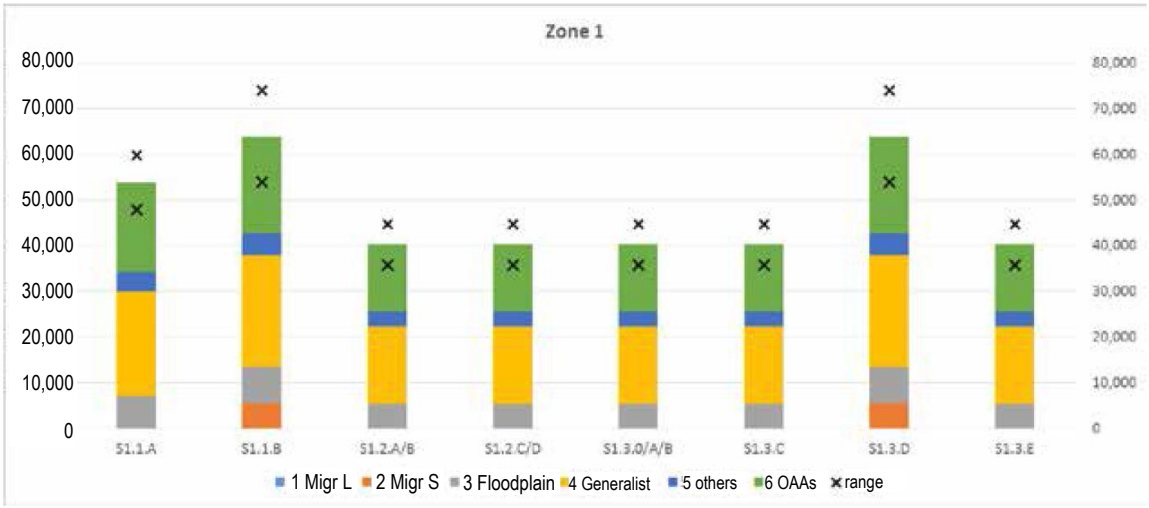
Hydropower Mitigation Guidelines のケーススタディではダムによる流況の変化、ハイドロピーキングの影響、回遊の阻害（魚種別の魚類の遡上および幼生の流下確率）、ダム湖・停滞水域の影響、ダムによる転流の影響などを想定されているダムの場所・オペレーション・対策を考慮して詳細に検討しているのが特徴で、ダムのタイプ、魚道の有無、土砂フラッシングの有無、ピーキングに対する制限、最下流ダムの調整によるピーキングの影響の緩和の組み合わせに基づいて表 3.3.3 のようなシナリオを設定し、それぞれについて生態系影響を評価している。

表 3.3.3　Hydropower Mitigation Guidelines のケーススタディのシナリオ

Grouped scenarios	Type	Fish pass	Flushing	Peaking restrictions	Re-regulation
Scenario 1.1.A	Run-of-river				
Scenario 1.1.B	Run-of-river	x			
Scenario 1.2.A and 1.2.B	Run-of-river		x		
Scenario 1.2.C and 1.2.D	Run-of-river	x	x		
Scenario 1.3.0 to 1.3.B	Peaking				
Scenario 1.3.C	Peaking	x			
Scenario 1.3.D	Peaking	x		x	
Scenario 1.3.E	Peaking	x			x

出典：MRC, Guidelines for Hydropower Environmental Impact Mitigation and Risk Management in the Lower Mekong Mainstream and Tributaries, Vol.3, 2020.

図 3.3.7 にゾーン 1 （Pak Beng – Sanakam）のシナリオ別のバイオマスの評価例を示す。Hydropower Mitigation Guidelines はこれらの評価結果を受けた本流ダムに期待される環境対策のガイドラインとなっている。



出典：MRC, Guidelines for Hydropower Environmental Impact Mitigation and Risk Management in the Lower Mekong Mainstream and Tributaries, Vol.3, 2020.

図 3.3.7　Hydropower Mitigation Guidelines のケーススタディにおける
シナリオ別魚類バイオマスの比較

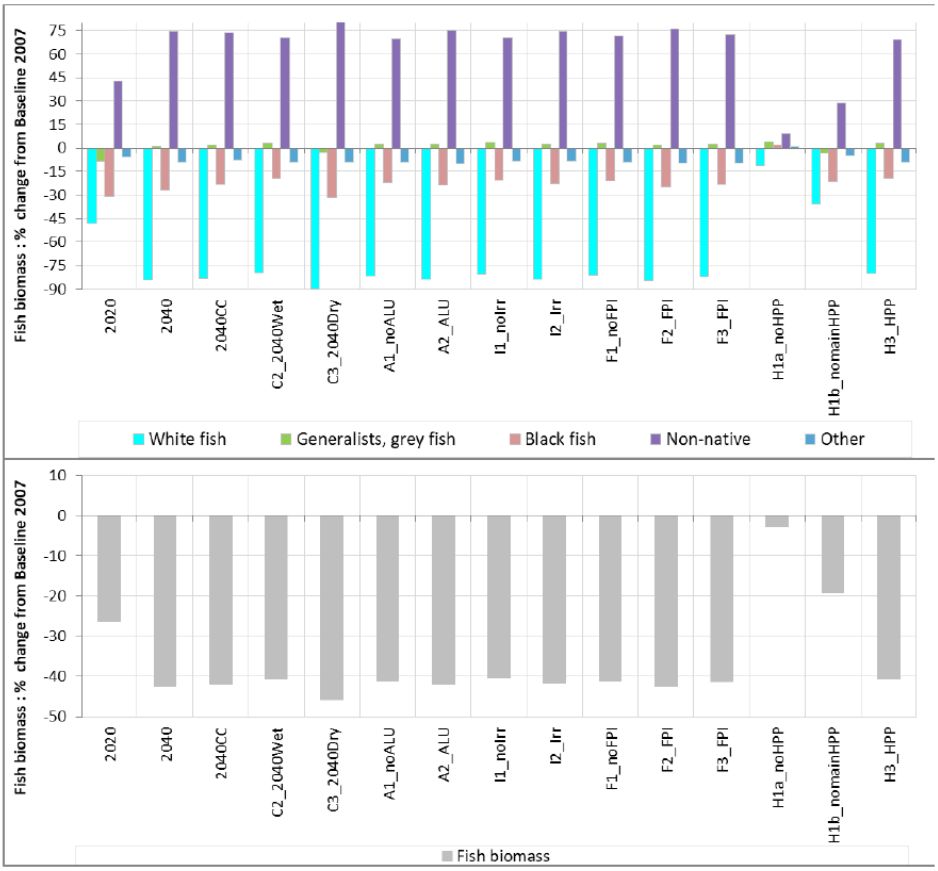
Mitigation Guidelines のケーススタディは本流カスケードの環境影響を検討したものだが、個々のダムの環境影響については、事業者の策定した EIA 報告書がある。

上述のとおり流域全体の水資源開発の生態系影響を検討したものとしては Council Study が最も包括的であり、LMB のダムの生態系影響＋対策を地域レベルで評価したものとしては、Mitigation Guidelines のケーススタディが最も包括的と思われる。他の広域の検討結果としては、カンボジアとベトナムを対象にした Delta Study（MONRE-VN、2015）があるほか、生態系影響に関する詳細な学術的な研究例は多数ある。

3.3.3 他の開発および気候変動による生態系影響

ダムに加えて流域の水系生態系は流域の土地利用改変（森林伐採、湿原の喪失など）、農業などの大規模開発、魚や他の生物資源の乱獲、肥料や農薬、下水などによる水質汚濁、気候変動による流況の変化やハビタットの変化、など非常に多くの要因に影響を受ける。これらの影響を包括的に検討することは困難だが、Council Study では 2040CC をベースに、気候変動、農業、灌漑、洪水防御、ダムの条件を変えて予測をしたサブシナリオを検討していることから、この結果は参考になる。

図 3.3.8 にベースライン（2007）と比較した魚のギルド別＋全体のバイオマスの比較を示す。2040 年のサブシナリオをみるとダムのみを 2007 年レベルに設定し、他の条件は 2040CC に合わせた H1a ではバイオマスが 2007 年と大きく変わらないが、ダムの影響が含まれる気候変動（C2、C3）、農業（A1、A2）、灌漑（I1、I2）、洪水防御（F1-3）のサブシナリオの結果は 2040CC とほぼ同レベルであることがわかる。この結果から少なくとも魚類のバイオマスについては、回遊の阻害などダムの影響が非常に大きく、気候変動、農業、灌漑、洪水防御の影響は副次的であることが推定される。



出典：MRC, Council Study, Biological Resources Assessment, Technical Report Series, Volume 4: Assessment of Planned Development Scenarios, Final Report, p.121, 2017.

図 3.3.8　Council Study のサブシナリオ別、ギルド別魚類バイオマスおよび合計バイオマスの比較

3.3.4　緩和策の現状

ダムの生態系影響に関する技術的対策については、Hydropower Mitigation Guidelines（2020）で詳細に検討されている。魚類にとって特に重要なのはダムのオペレーション（ハイドロピーキングを含む）に伴う流況の変化（低水位ゾーンや停滞ゾーンの出現を含む）、魚道、流下する成魚などが影響を受けるタービンの形状、土砂の捕捉や関連した河床地形・河床材料の変化によるハビタットへの影響など様々である。これらの対策の効果については、既設の Xayabury ダムおよび Don Sahong ダムを対象にした Joint Monitoring Programme[14]におけるモニタリングが開始されている。

3.3.5　生態系に関わる評価のまとめ

本調査の範囲で評価されることは以下の通りである。

- メコン流域は非常に広く生態系も多様なことを考えると、MRC の実施した Council Study ではダムを始めとする様々な水資源開発の影響を包括的に評価したことは高く評価できる。少なく

[14] MRC, An inception report, Piloting a Joint Environmental Monitoring Programme on two Mekong mainstream dams 'Don Sahong Hydropower Project and Xayaburi Hydropower Project', 2020.

とも本流のダム群が生態系に対して甚大かつ広範な影響を及ぼす可能性が高いことが改めて明確にされたことは重要である。評価手法は荒く、個々の事業の評価としては不十分であるものの、生態系に関わる情報が少ない中で、多数の事業の複合影響を検討した事例は非常に少ない。多くの生態系スペシャリストが関わっただけでなく、水理・水文、土砂などについてシミュレーション・モデルを構築し、さらにこれらを統合するためにフレキシブルに使える DRIFT モデルを使ったことも、評価に貢献している。このような広域・複合的な事業の環境影響の評価に取り組むことの重要性が改めて示されたと言える。結果に対する開発事業の条件や生態系のレスポンスに関わるパラメータのセンシティビティを様々な角度で検証できるようになっているとさらに良かった。

- 一方で生態系影響については、情報が極端に不足している。おそらくレスポンス・カーブを構築するための基礎情報は非常に少なく、生態系エキスパートの経験と勘に頼らざるを得なかったことが想像できる。ラオス、カンボジアなどの国においては生態系の基礎的モニタリングがほとんどされていない上、個々のダムや灌漑などの事業における生態系影響の情報収集・評価が不十分なこと、そしてこれらの情報を統合的に管理するシステムと人材がいないことが影響している。特に支流のダムについての情報はほとんどなかったのではと思われる。また Council Study に含まれていない中国～ミャンマーについても現段階では情報がほとんどない。中国でどの程度の基礎情報があり、ダム建設前から建設後の生態系への影響についてどの程度把握されているか判断できないが、多くのダムは十分な生態系調査なしに建設されたことも考えられる。このような問題を繰り返さないためにも、全流域の生態系情報の整備は、早急に対応が必要な事項の 1 つである。

- メコンのダム群の生態系影響が評価されるのは Council Study が初めてではない。主流ダム群に関わる Strategic Environmental Assessment（MRC, 2010）[15]でも生態系影響が甚大なことは指摘されていた。しかし、そのような情報が提供されていても、多くの関係者にとってはそのような情報をどのように判断すべきか決められず、Strategic Environmental Assessment から 10 年以上経ってもその状況に大きな変化があったわけではない。生態系サービスなどを意思決定に組み込んでも、生物多様性の喪失といった問題を意思決定に組み込むことは難しい。ダムのようなインフラは計画から供用までに時間がかかる上に耐用年数も非常に長いが、住民の価値観はその間に大きく変化することから、将来の価値観を現在の意思決定に組み込む方法を模索する必要がある。

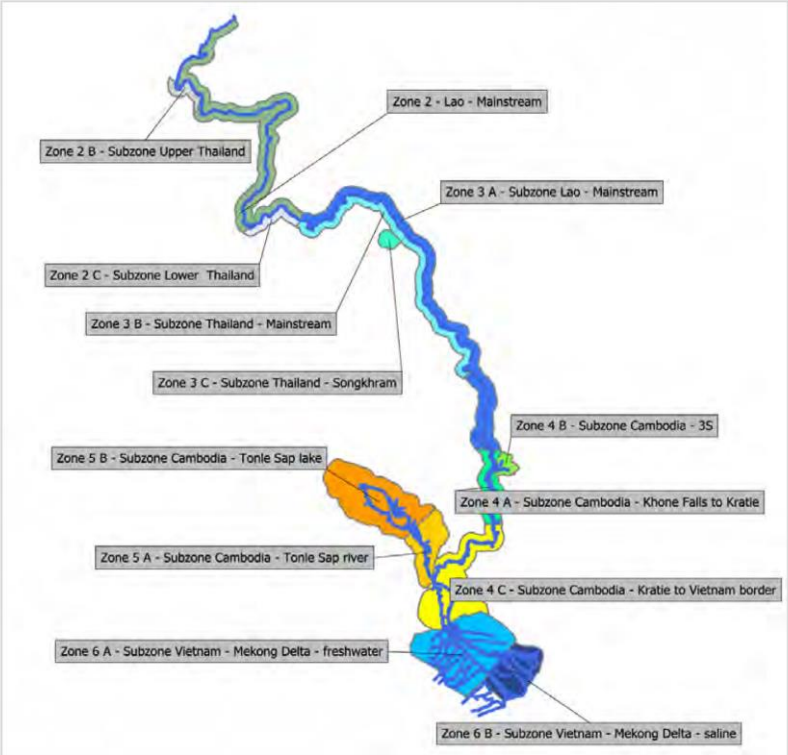
[15] MRC, Strategic Environmental Assessment of Hydropower on the Mekong Mainstream, Final Report, 2010.

3.4 社会・経済

3.4.1 社会経済影響の概要

(1) 社会経済影響

Council Study における社会経済影響予測では、2011 年と 2014 年にメコン河両岸 15km の地域（メコン河に直接依存する住民の居住する地域と仮定）で実施された SIMVA（Social Impact and Vulnerability Assessment）調査[16]、他の社会経済データ、Council Study の生物資源（Biological Resources）予測、および灌漑、農業、洪水、交通などの予測結果などをもとに、SIMVA 調査をベースに流域を 13 ゾーンに分けて評価を行っている。流域全体の住民を対象にしているわけではなく、あくまでもメコン河に直接依存する比較的限られた地域の住民を対象にしていることに留意が必要である。



出典：MRC, Council Study, Social-Economic Impact Assessment, Final, p.26, 2015

図 3.4.1 Council Study の社会経済影響予測に関わるゾーン区分

評価は M1 のベースライン（2007 年）および各シナリオ（M1、M2、M3、M3CC およびサブシナリオ）の 2030 年（24 年間）を対象としている。Council Study のシナリオには水力ダム以外にも農業、漁業、水運が含まれており、社会経済予測では製造業やサービス業にも踏み込んだ分析をしている。ダムの影響は、漁業セクターへの影響や電力セキュリティの改善などを通して発現するが、ダムの影響のみを評価したものではない。尚、ダムの影響については、M3CC を比較対象としたサブシナリオの分析がされている。

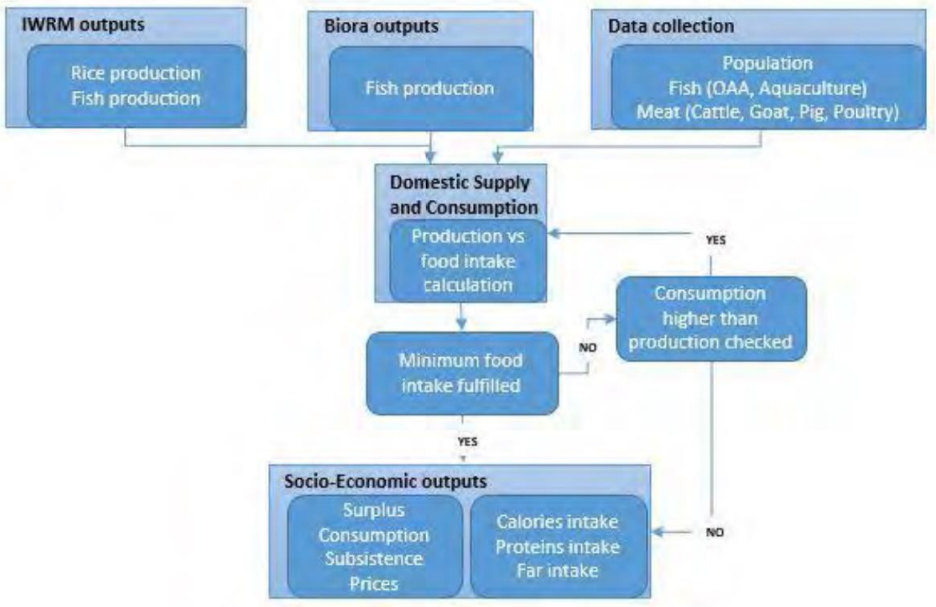
[16] SIMVA 調査は 2018 年にも実施されており、2021 年に MRC から報告書が発表されているが、2018 年の調査は Council Study の社会経済影響の分析には使われていない。

分析においては住民生活については①水セキュリティ、②食糧セキュリティ、③収入セキュリティ、④健康セキュリティ、の 4 つの側面から、そして雇用について、⑤雇用、⑥ジェンダーの平等、の二つの側面から検討しているが、報告書では以下の 12 の分野について個別にセクションを立てて説明している。

- 食糧セキュリティ
- 米作および漁業の年間変動
- 自給自足の生産、消費、および食糧セキュリティ
- 食糧問題の指標としての栄養不足
- 河川沿い地域の貧困
- 水セキュリティ（洪水と渇水）
- 健康セキュリティ
- エネルギーセキュリティ
- 農業と漁業の経済価値の変化
- 雇用
- セクター別収入
- 収入の脆弱性

このうち図 3.4.2 に示す通り、食糧セキュリティや米作・漁業に関する予測は、別途実施された IWRM（Integrated Water Resources Management）モデルの地域別生産量の予測値および Council Study の生態系予測（BioRA）の結果がベースとなっている。

Figure 87. Flow chart of socio-economic methodology

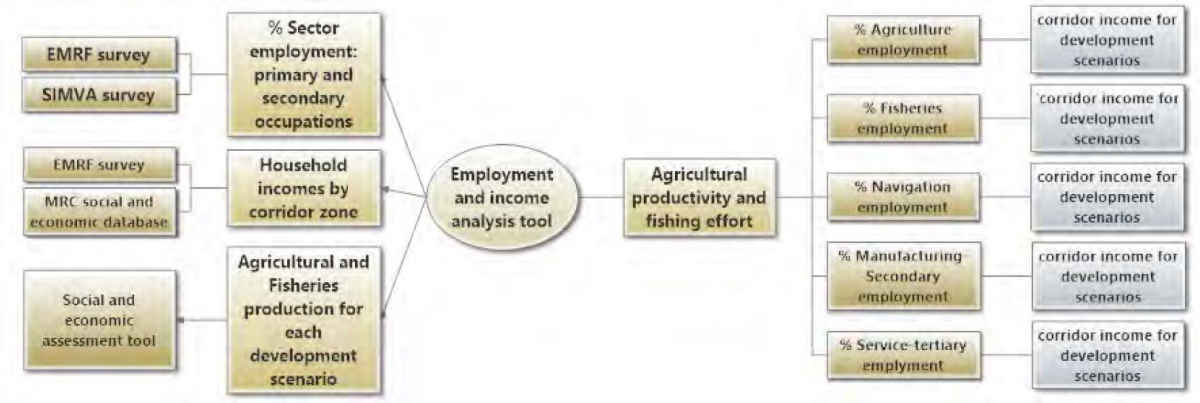


出典：MRC, Council Study, Social-Economic Impact Assessment, Final, p.175, 2015

図 3.4.2　社会経済予測における食糧生産に関わる評価のフレームワーク

また雇用に関連した予測は、2011-12 年に実施された EMRF（Exploring Mekong Region Futures）の社会経済調査結果と 2011-15 年に実施された SIMVA（Social impact Monitoring and Vulnerability Assessment）

の社会経済調査結果をもとに各ゾーンの既存のセクター別雇用状況を再現し、これから将来のシナリオで必要になる第 1 次産業従事者の人数を推定し、将来の労働人口予測値との差から第 2 次産業と第 3 次産業の従事者を推定している。



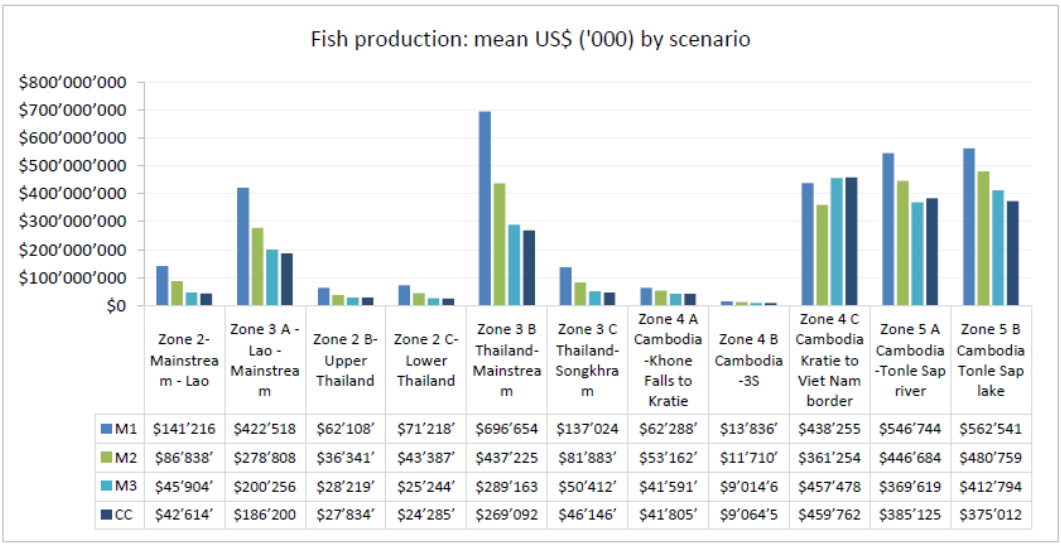
出典：MRC, Council Study, Social-Economic Impact Assessment, Final, p.180, 2015

図 3.4.3　社会経済予測における雇用予測フレームワーク

分析は多岐に亘っており、また予測結果は人口増加・動態、将来の雇用、食糧生産量の予測結果など様々な要因に左右されることから、これらの条件を充分考慮せずに予測結果を理解することが難しい。よって、ここで各分野の結果について詳細に説明することはできないが、本報告書では農業と漁業の経済価値の変化雇用、食糧セキュリティ、セクター別収入、収入脆弱性、貧困、水セキュリティについての解析結果の一部を紹介する。詳細については、Council Study の社会経済予測の巻（MRC, Council Study, Social-Economic Impact Assessment, Final, 2015）を参照して頂きたい。

(2)　農業と漁業の経済価値の変化

図 3.4.4 に漁業生産高の変化をゾーン別に示す。予測は Council Study の生態系影響の予測（BioRA）をベースとしており、価格は国別のインフレーションと漁獲高の減少に伴う価格上昇も考慮して設定しているようである。M1 と比較して M2 と M3 では US$ 1.04 billion（25%）および US$1.57 billion（38%）の削減が予想されている。ここではダムの影響が大きいと思われる。

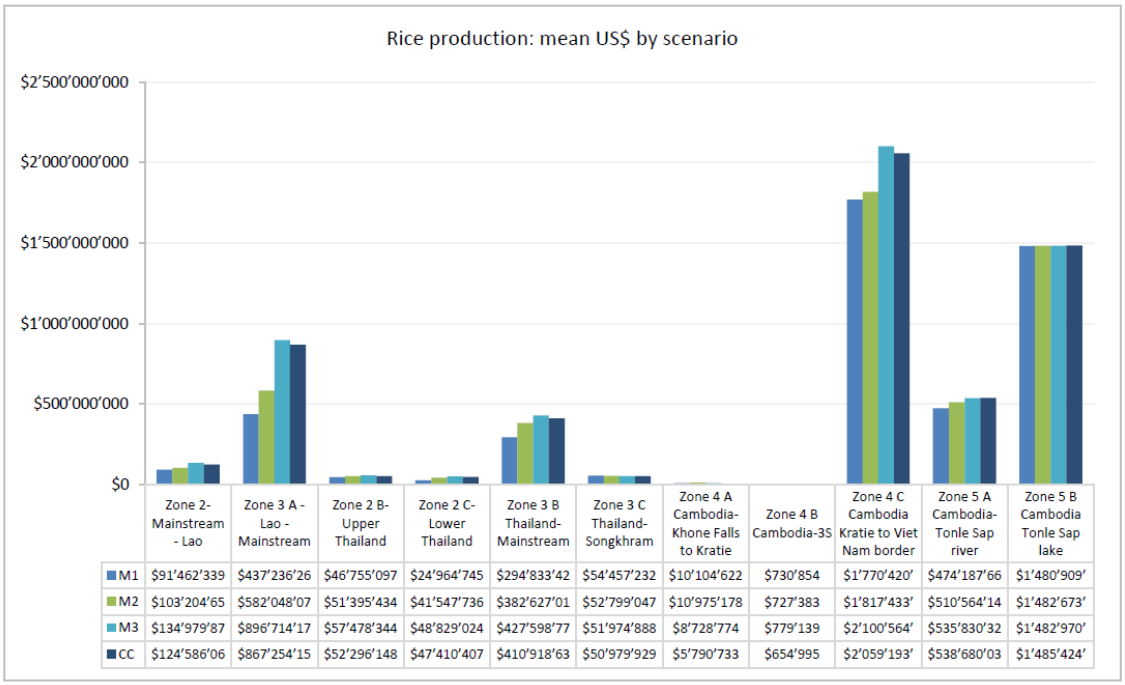


	Zone 2-Mainstream - Lao	Zone 3 A - Lao - Mainstream	Zone 2 B-Upper Thailand	Zone 2 C-Lower Thailand	Zone 3 B Thailand-Mainstream	Zone 3 C Thailand-Songkhram	Zone 4 A Cambodia -Khone Falls to Kratie	Zone 4 B Cambodia -3S	Zone 4 C Cambodia Kratie to Viet Nam border	Zone 5 A Cambodia -Tonle Sap river	Zone 5 B Cambodia Tonle Sap lake
M1	$141'216	$422'518	$62'108'	$71'218'	$696'654	$137'024	$62'288'	$13'836'	$438'255	$546'744	$562'541
M2	$86'838'	$278'808	$36'341'	$43'387'	$437'225	$81'883'	$53'162'	$11'710'	$361'254	$446'684	$480'759
M3	$45'904'	$200'256	$28'219'	$25'244'	$289'163	$50'412'	$41'591'	$9'014'6	$457'478	$369'619	$412'794
CC	$42'614'	$186'200	$27'834'	$24'285'	$269'092	$46'146'	$41'805'	$9'064'5	$459'762	$385'125	$375'012

出典：MRC, Council Study, Social-Economic Impact Assessment, Final, p.86, 2015

図 3.4.4　シナリオ別・ゾーン別の漁業生産高の予測結果

図 3.4.5 に予想される米生産高の変化をゾーン別に示す。M1 と比較して M2 と M3 では US$0.34 billion（13%）および US$0.95 billion（26%）の増加が予想されている。生産高は気候変動も考慮した単位面積当たりの収量、土壌適性、土地面積などから推定し、灌漑面積は Council Study の灌漑に関する検討の条件を用いている。



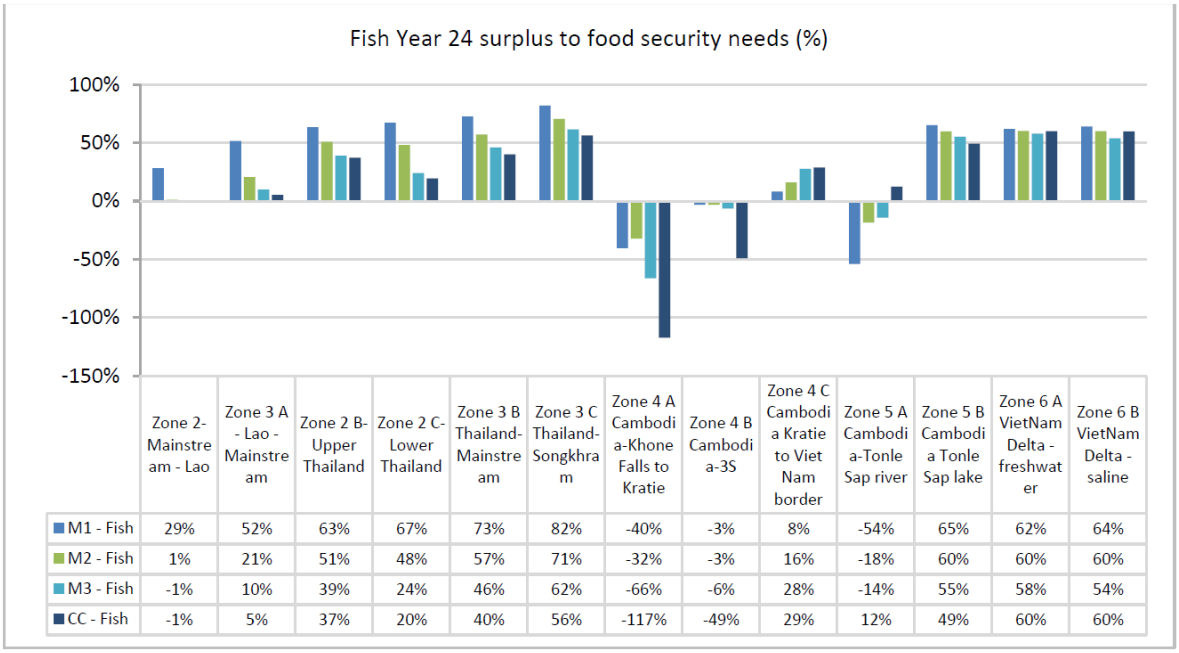
	Zone 2-Mainstream - Lao	Zone 3 A - Lao - Mainstream	Zone 2 B-Upper Thailand	Zone 2 C-Lower Thailand	Zone 3 B Thailand-Mainstream	Zone 3 C Thailand-Songkhram	Zone 4 A Cambodia-Khone Falls to Kratie	Zone 4 B Cambodia-3S	Zone 4 C Cambodia Kratie to Viet Nam border	Zone 5 A Cambodia-Tonle Sap river	Zone 5 B Cambodia Tonle Sap lake
M1	$91'462'339	$437'236'26	$46'755'097	$24'964'745	$294'833'42	$54'457'232	$10'104'622	$730'854	$1'770'420'	$474'187'66	$1'480'909'
M2	$103'204'65	$582'048'07	$51'395'434	$41'547'736	$382'627'01	$52'799'047	$10'975'178	$727'383	$1'817'433'	$510'564'14	$1'482'673'
M3	$134'979'87	$896'714'17	$57'478'344	$48'829'024	$427'598'77	$51'974'888	$8'728'774	$779'139	$2'100'564'	$535'830'32	$1'482'970'
CC	$124'586'06	$867'254'15	$52'296'148	$47'410'407	$410'918'63	$50'979'929	$5'790'733	$654'995	$2'059'193'	$538'680'03	$1'485'424'

出典：MRC, Council Study, Social-Economic Impact Assessment, Final, p.87, 2015

図 3.4.5　シナリオ別・ゾーン別の米生産高の予測結果

(3) 食糧セキュリティ

食糧セキュリティは魚および米の生産高についてメコン河沿いのゾーン内の住民の需要をベースに、ゾーン内の需要を満たした上でゾーン外に提供できる「余剰」生産高がどの程度見込めるか、で検討している。魚の生産高は全ゾーンの合計で見ればゾーン内住民の需要を満たす量はあるが、ゾーン外に提供できる「余剰」生産高を見ると、ベースラインの M1 と比較して M2 で 32%、M3 で 43%、M3CC で 40%の減少が予想されている。図 3.4.6 にゾーン別の余剰の魚の生産量（%）の予測結果を示す。M1 シナリオに対してダム開発が進む M2、M3、M3CC シナリオでは、ほぼ全域で生産高の余剰が減っている。また余剰は場所によって大きく異なり、カンボジアの Zone 4A (Khone Falls – Kratie)、Zone 4B (3S)、Zone 5A (Tonle Sap River)の地域ではゾーン内の需要を満たすことができず、ゾーン外からの輸入が必要となっている。このことから食糧セキュリティの問題は流通の問題にも関係していることがわかる。ただし、この結果はゾーン内に主要都市があるかなどゾーンの設定方法にも影響されるため、解釈には注意が必要である。

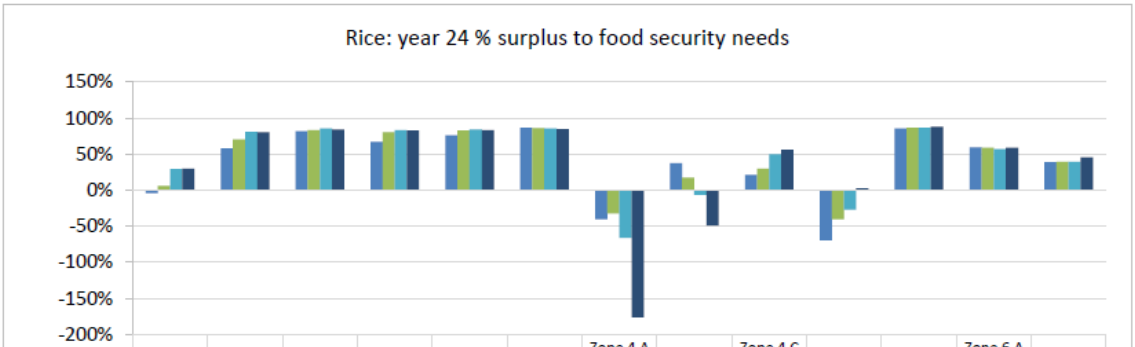


	Zone 2-Mainstream - Lao	Zone 3 A - Lao - Mainstream	Zone 2 B-Upper Thailand	Zone 2 C-Lower Thailand	Zone 3 B Thailand-Mainstream	Zone 3 C Thailand-Songkhram	Zone 4 A Cambodia-Khone Falls to Kratie	Zone 4 B Cambodia-3S	Zone 4 C Cambodia Kratie to Viet Nam border	Zone 5 A Cambodia-Tonle Sap river	Zone 5 B Cambodia Tonle Sap lake	Zone 6 A VietNam Delta - freshwater	Zone 6 B VietNam Delta - saline
M1 - Fish	29%	52%	63%	67%	73%	82%	-40%	-3%	8%	-54%	65%	62%	64%
M2 - Fish	1%	21%	51%	48%	57%	71%	-32%	-3%	16%	-18%	60%	60%	60%
M3 - Fish	-1%	10%	39%	24%	46%	62%	-66%	-6%	28%	-14%	55%	58%	54%
CC - Fish	-1%	5%	37%	20%	40%	56%	-117%	-49%	29%	12%	49%	60%	60%

出典：MRC, Council Study, Social-Economic Impact Assessment, Final, p.44, 2015

図 3.4.6 シナリオ別・ゾーン別の魚の余剰生産高（ゾーン内の需要に対する百分率）

また Council Study ではゾーン外に提供できる余剰の米の生産量については、ベースラインの M1 と比較して、M2 で 6%、M3 で 16%、M3CC で 13%の増加が見込まれている。これは流域における灌漑事業などが影響している。ゾーン別でみると、魚のケースと同様に Zone 4A、Zone 4B、Zone 5B の地域では米の不足が見込まれている。



	Zone 2-Mainstream - Lao	Zone 3 A - Lao - Mainstream	Zone 2 B-Upper Thailand	Zone 2 C-Lower Thailand	Zone 3 B Thailand-Mainstream	Zone 3 C Thailand-Songkhram	Zone 4 A Cambodia -Khone Falls to Kratie	Zone 4 B Cambodia -3S	Zone 4 C Cambodia Kratie to Viet Nam border	Zone 5 A Cambodia -Tonle Sap river	Zone 5 B Cambodia Tonle Sap lake	Zone 6 A VietNam Delta - freshwater	Zone 6 B VietNam Delta - saline
M1 - Rice	-4%	58%	82%	67%	76%	87%	-40%	37%	21%	-69%	86%	59%	39%
M2 - Rice	6%	70%	84%	80%	82%	86%	-32%	18%	30%	-40%	86%	59%	39%
M3 - Rice	29%	81%	85%	83%	84%	86%	-66%	-6%	50%	-27%	87%	57%	39%
CC - Rice	30%	80%	84%	83%	84%	85%	-176%	-49%	56%	3%	88%	59%	46%

出典：MRC, Council Study, Social-Economic Impact Assessment, Final, p.47, 2015

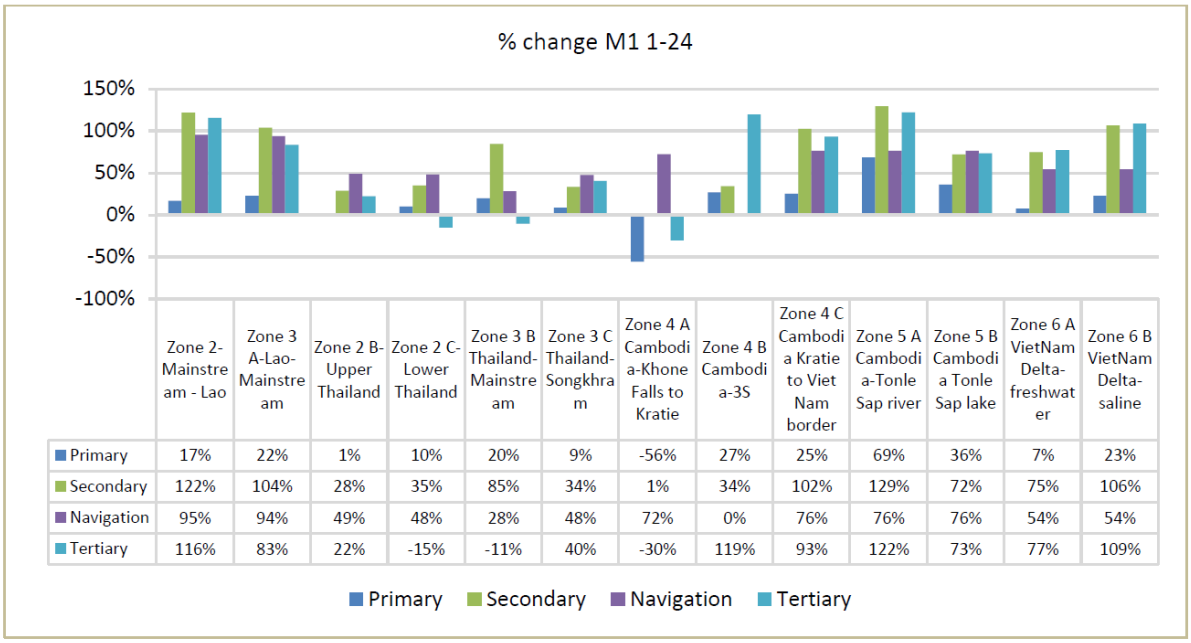
図 3.4.7　シナリオ別・ゾーン別の米の余剰生産高（ゾーン内の需要に対する百分率）

尚、Council Study の社会経済予測ではメコン河に直接的に依存するメコン沿いのゾーンの住民の食糧セキュリティの問題を評価しているが、流域全体の漁獲高の減少に伴う栄養供給の問題についても様々な研究例がある。例えば Golden et al. (2019)[17]によれば、2010 年と比較して、2030 年には LMB で 0.21-2.23 百万人がタンパク質の、0.12-1.17 百万人が亜鉛の、0.41-1.58 百万人がナイアシンの、0.47-0.87 百万人がチアミンの、0.50-2.31 百万人がリボフラビンの、そして 1 万人がカルシウムに関わる栄養不足に陥る可能性があると推定している。

(4)　雇用

雇用はメコン河流域の開発の社会経済影響を左右する最も重要なパラメーターの一つであり、シナリオ別の労働人口の予測が社会経済影響評価レポートの p.91-113 に詳述されている。図 3.4.8 に M1(Year 1-Year 24)のセクター別労働人口の差を示す。地域差はあるものの 24 年間に製造業（Secondary）、水運、サービス業（Tertiary）が相対的に増加することが予想されている。

[17] Golden et al., Impacts of Mainstream Hydropower Development on Fisheries and Human Nutrition in the Lower Mekong, Frontiers in Sustainable Food Systems, Vol.3, 10 pp., October 2019.

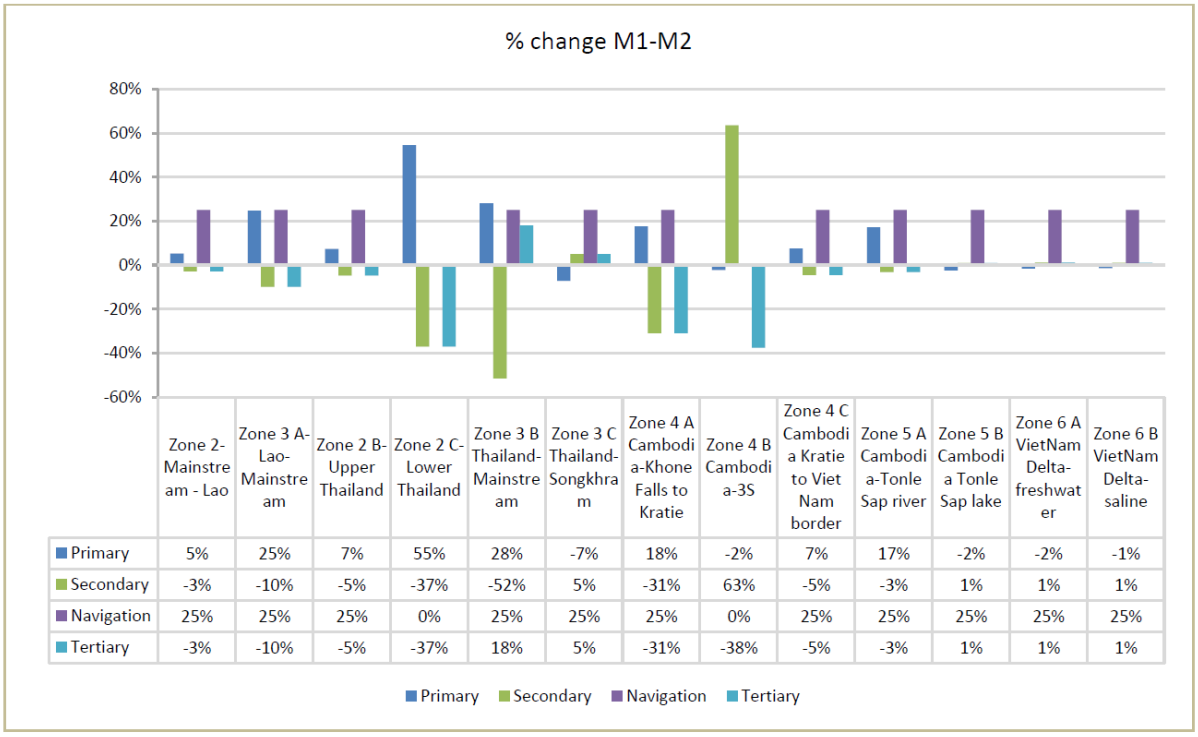


	Zone 2-Mainstream - Lao	Zone 3 A-Lao-Mainstream	Zone 2 B-Upper Thailand	Zone 2 C-Lower Thailand	Zone 3 B Thailand-Mainstream	Zone 3 C Thailand-Songkhram	Zone 4 A Cambodia-Khone Falls to Kratie	Zone 4 B Cambodia-3S	Zone 4 C Cambodia Kratie to Viet Nam border	Zone 5 A Cambodia-Tonle Sap river	Zone 5 B Cambodia Tonle Sap lake	Zone 6 A VietNam Delta-freshwater	Zone 6 B VietNam Delta-saline
Primary	17%	22%	1%	10%	20%	9%	-56%	27%	25%	69%	36%	7%	23%
Secondary	122%	104%	28%	35%	85%	34%	1%	34%	102%	129%	72%	75%	106%
Navigation	95%	94%	49%	48%	28%	48%	72%	0%	76%	76%	76%	54%	54%
Tertiary	116%	83%	22%	-15%	-11%	40%	-30%	119%	93%	122%	73%	77%	109%

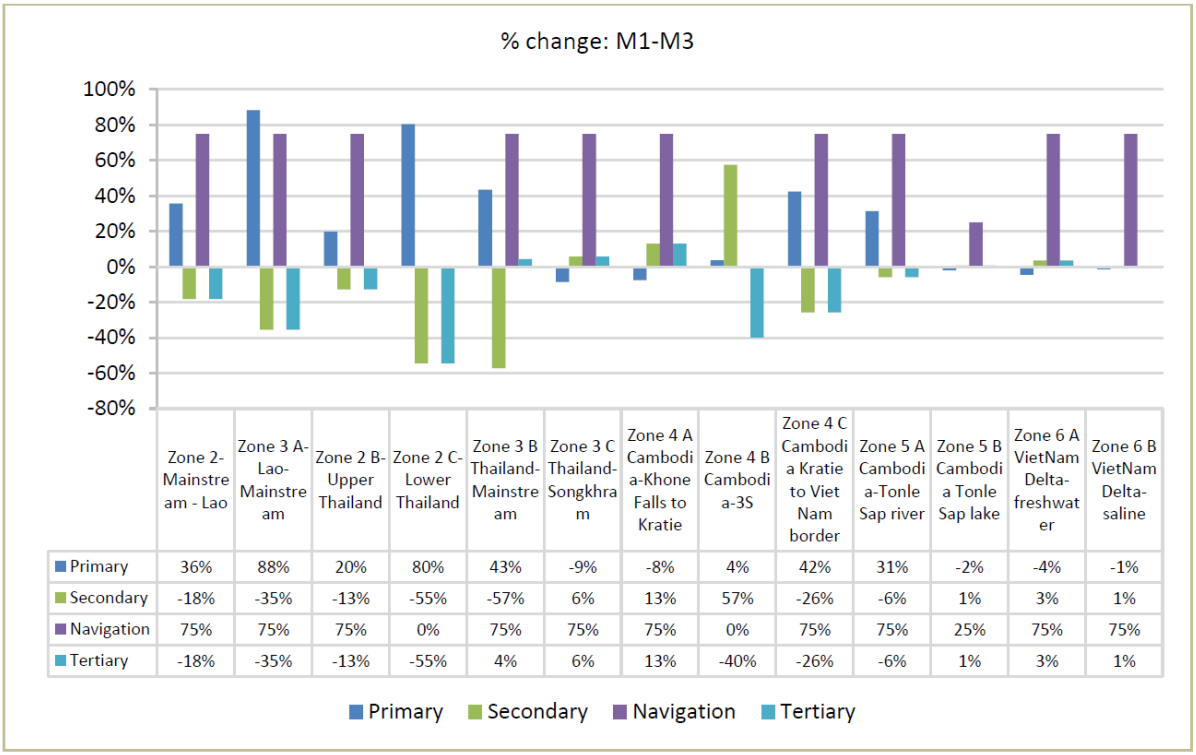
出典：MRC, Council Study, Social-Economic Impact Assessment, Final, p.100, 2015.

図 3.4.8　M1 シナリオの 1 年目と 24 年目のゾーン別セクター別就業者数の変化の割合

図 3.4.9 に Year 24 の M1-M2、M1-M3 のセクター別労働人口の変化を示す。M1 と比較して、M2 や M3 は農地拡大や灌漑プロジェクトなどによる農業開発と水運に従事する人口が多くなっているが、水運に従事する労働人口は少ない。よって農業と製造業・サービス業の間で労働人口がどのように分布するかが、これらのシナリオ間の重要な違いとなる。



	Zone 2-Mainstream - Lao	Zone 3 A-Lao-Mainstream	Zone 2 B-Upper Thailand	Zone 2 C-Lower Thailand	Zone 3 B Thailand-Mainstream	Zone 3 C Thailand-Songkhram	Zone 4 A Cambodia-Khone Falls to Kratie	Zone 4 B Cambodia-3S	Zone 4 C Cambodia Kratie to Viet Nam border	Zone 5 A Cambodia-Tonle Sap river	Zone 5 B Cambodia Tonle Sap lake	Zone 6 A VietNam Delta-freshwater	Zone 6 B VietNam Delta-saline
Primary	5%	25%	7%	55%	28%	-7%	18%	-2%	7%	17%	-2%	-2%	-1%
Secondary	-3%	-10%	-5%	-37%	-52%	5%	-31%	63%	-5%	-3%	1%	1%	1%
Navigation	25%	25%	25%	0%	25%	25%	25%	0%	25%	25%	25%	25%	25%
Tertiary	-3%	-10%	-5%	-37%	18%	5%	-31%	-38%	-5%	-3%	1%	1%	1%



	Zone 2-Mainstream - Lao	Zone 3 A-Lao-Mainstream	Zone 2 B-Upper Thailand	Zone 2 C-Lower Thailand	Zone 3 B Thailand-Mainstream	Zone 3 C Thailand-Songkhram	Zone 4 A Cambodia-Khone Falls to Kratie	Zone 4 B Cambodia-3S	Zone 4 C Cambodia Kratie to Viet Nam border	Zone 5 A Cambodia-Tonle Sap river	Zone 5 B Cambodia Tonle Sap lake	Zone 6 A VietNam Delta-freshwater	Zone 6 B VietNam Delta-saline
Primary	36%	88%	20%	80%	43%	-9%	-8%	4%	42%	31%	-2%	-4%	-1%
Secondary	-18%	-35%	-13%	-55%	-57%	6%	13%	57%	-26%	-6%	1%	3%	1%
Navigation	75%	75%	75%	0%	75%	75%	75%	0%	75%	75%	25%	75%	75%
Tertiary	-18%	-35%	-13%	-55%	4%	6%	13%	-40%	-26%	-6%	1%	3%	1%

出典：MRC, Council Study, Social-Economic Impact Assessment, Final, p.101-102, 2015.

図 3.4.9　M1 と比較した M2・M3 シナリオのゾーン別セクター別就業者数の変化の割合

(5)　セクター別収入

表 3.4.1 に（2012-2013 年の）ゾーン内の住民の国別・収入源別・性別の世帯収入の中央値を示す。

収入は国によって大きく異なり、タイとベトナムの収入はカンボジアやラオスと比べて多い。また男女間の収入の差も大きい。さらにメコン流域の住民は生計に関わるリスク分散のため複数の手段で生計を立てていることが多いことも特徴的である。

表 3.4.1　国別・収入源別・性別の世帯収入の中央値

	Cambodia		Lao PDR		Thailand		Vietnam delta	
Income source (median annual $)	male	female	male	female	male	female	male	female
Farm income	513	341	396	407	1541	1078	2739	1757
Subsistence income	294	294	620	660	705	734	260	294
Off-farm income	1056	950	1100	1056	1451	1410	514	288
Total HH income	1595	1257	1892	1819	3697	3222	3169	1409

出典：MRC, Council Study, Social-Economic Impact Assessment, Final, p.114, 2015.

表 3.4.2 に国別・シナリオ別のセクター別収入の予測結果（M1 との比較値、%）を示す。ここで示した結果はゾーン内の住民のセクター別収入であり、あくまでもメコン河に直接的に依存している住民に対する社会経済的な影響の評価を目的にしたもので、広域の経済影響などを評価しているわけではないことに注意が必要である。収入は第 1 次産業（農業・漁業）と製造・サービス業に分けて算定されており、農業収入においては Council Study における魚や米の生産高をベースに、製造・サービス業の収入は、農業以外の労働人口をベースに算定されている。

表 3.4.2　国別・シナリオ別のセクター別収入の予測結果（百分率）

	M1 (year1)-M1 (year 24)		M1-M2		M1-M3		M2-M3	
	Primary	Manufacturing and Service	Primary	Manufacturing and Service	Primary	Manufacturing and Service	Primary	Manufacturing and Service
Lao PDR	-2%	109%	18%	-8%	69%	-30%	44%	-24%
Thailand	-5%	14%	25%	-16%	40%	-25%	12%	-11%
Cambodia	-15%	101%	7%	-3%	34%	-16%	25%	-13%
Viet Nam Delta	-5%	82%	-1%	1%	-4%	3%	-2%	2%
Income (% change)	-6%	81%	1%	-2%	4%	-9%	3%	-6%

出典：MRC, Council Study, Social-Economic Impact Assessment, Final, p.117, 2015

M1(Year 24)は M1(Year 1)と比較して製造・サービス業で 81%（US$7.9 billion）と大幅なセクター収入の増加があるのに対し、第 1 次産業は 6%（US$1.48 billion）の減少が予想されており、合計では US$6.4 billion の増加である。Year 24 の M2 は M1 と比較して第 1 次産業のセクター収入が 1%（US$0.194 billion）多いのに対し、製造・サービス業セクターが 2%（US$0.439 billion）の減少で、合計では US$0.245 billion の減少である。これは M2 では農業政策により米作は伸びるものの、漁業の衰退があり、また製造・サービス業の労働人口の伸びが抑えられるためである。同様に M3 では製造・サービス業セクターのロスと漁業の衰退により、第 1 次産業は 3%多いものの、製造業・サービス業は 6%減少で、合

計で US$0.630 billion の減少となっている。このように収入は住民がどのセクターに従事するかによって影響されている。

(6) 収入の脆弱性

上述のセクター収入分析では収入面から脆弱な住民がどれぐらいいるかわからないため、Council Study では各セクターの住民を低収入、中収入、高収入、非常に高い収入の４つのクラスに分けて、低収入＋中収入のクラスを収入脆弱（income vulnerable）クラスとし、シナリオ別にさらに分析している。この分析では農業（Primary）、漁業、製造業、サービス業の 4 つのセクターが対象となっている。表 3.4.3 に収入脆弱クラスのシナリオ間の比較結果を示す。値は収入脆弱人口の増減を%で示しており、正の数は収入脆弱な人口が増えることを、負の数は減ることを示している。

M1(Year 1 – Year 24)で見ると、Primary セクターの脆弱性が減少し、他のセクターの脆弱性が増加しているが、これは農業セクターに従事する労働人口が減少し、他のセクターの労働人口が増加することを示唆している。また M1-M2、M1-M3 を見ると、Primary セクターの脆弱性が増加し、他のセクターの脆弱性が減少しているが、これは M1 と比べて M2 や M3 では Primary セクターの労働人口が多く、他のセクターの労働人口が少ないためと思われる。

表 3.4.3　収入脆弱クラスのシナリオ間の比較結果

	Vulnerability M1 yr 1-yr24			
Corridor zone	Primary	Fishing	Manufacturing	Service
Zone 2 Lao PDR	-3%	15%	122%	120%
Zone 3 A-Lao PDR	-8%	21%	104%	104%
Zone 2 B-Thailand	7%	15%	28%	28%
Zone 2 C-Thailand	0%	18%	35%	35%
Zone 3 B Thailand	-11%	22%	85%	-24%
Zone 3 C Thailand	1%	21%	34%	33%
Zone 4 A Cambodia	82%	9%	1%	2%
Zone 4 B Cambodia	-17%	8%	34%	252%
Zone 4 C Cambodia	-10%	12%	102%	101%
Zone 5 A Cambodia	-65%	13%	129%	128%
Zone 5 B Cambodia	-10%	9%	72%	71%
Zone 6 A VietNam Delta	-3%	7%	75%	74%
Zone 6 B VietNam Delta	-13%	14%	106%	104%

	Vulnerability M1 yr 24 M2 yr 24			
Corridor zone	Primary	Fishing	Manufacturing	Service
Zone 2 Lao PDR	15%	-44%	-3%	-2%
Zone 3 A-Lao PDR	41%	-39%	-10%	-10%
Zone 2 B-Thailand	10%	-26%	-5%	-4%
Zone 2 C-Thailand	67%	-37%	-37%	-37%
Zone 3 B Thailand	37%	-36%	-52%	18%
Zone 3 C Thailand	-3%	-39%	5%	5%
Zone 4 A Cambodia	21%	-14%	-31%	-31%
Zone 4 B Cambodia	0%	-15%	63%	-38%
Zone 4 C Cambodia	13%	-14%	-5%	-4%
Zone 5 A Cambodia	29%	-16%	-3%	-3%
Zone 5 B Cambodia	3%	-14%	1%	1%
Zone 6 A VietNam Delta	-1%	-4%	1%	2%
Zone 6 B VietNam Delta	0%	-10%	1%	1%

	Vulnerability M2 yr 24 M3 yr 24			
Corridor zone	Primary	Fishing	Manufacturing	Service
Zone 2 Lao PDR	35%	-36%	-70%	-14%
Zone 3 A-Lao PDR	56%	33%	-85%	-28%
Zone 2 B-Thailand	5%	-13%	-30%	-7%
Zone 2 C-Thailand	17%	-33%	-65%	-27%
Zone 3 B Thailand	18%	26%	-23%	-11%
Zone 3 C Thailand	-2%	32%	-25%	1%
Zone 4 A Cambodia	-54%	-24%	48%	64%
Zone 4 B Cambodia	28%	-24%	-57%	-4%
Zone 4 C Cambodia	49%	0%	-75%	-21%
Zone 5 A Cambodia	159%	-23%	-61%	-2%
Zone 5 B Cambodia	9%	-28%	-41%	0%
Zone 6 A VietNam Delta	2%	-13%	-39%	3%
Zone 6 B VietNam Delta	15%	-31%	-47%	0%

	Vulnerability M1 yr 24 M3 yr 24			
Corridor zone	Primary	Fishing	Manufacturing	Service
Zone 2 Lao PDR	56%	-64%	-71%	-16%
Zone 3 A-Lao PDR	119%	-19%	-86%	-35%
Zone 2 B-Thailand	16%	-36%	-33%	-11%
Zone 2 C-Thailand	95%	-58%	-78%	-54%
Zone 3 B Thailand	63%	-19%	-63%	5%
Zone 3 C Thailand	-5%	-19%	-21%	7%
Zone 4 A Cambodia	-45%	-35%	2%	14%
Zone 4 B Cambodia	28%	-35%	-30%	-40%
Zone 4 C Cambodia	68%	-14%	-77%	-24%
Zone 5 A Cambodia	234%	-35%	-62%	-5%
Zone 5 B Cambodia	12%	-38%	-40%	1%
Zone 6 A VietNam Delta	1%	-17%	-38%	5%
Zone 6 B VietNam Delta	15%	-38%	-47%	2%

	Vulnerability M1 yr 24 M3CC yr 24			
Corridor zone	Primary	Fishing	Manufacturing	Service
Zone 2 Lao PDR	57%	-71%	-18%	-17%
Zone 3 A-Lao PDR	114%	-53%	-32%	-32%
Zone 2 B-Thailand	14%	-40%	-7%	-6%
Zone 2 C-Thailand	89%	-57%	-49%	-48%
Zone 3 B Thailand	47%	-49%	-54%	12%
Zone 3 C Thailand	-13%	-53%	12%	13%
Zone 4 A Cambodia	-41%	-38%	72%	72%
Zone 4 B Cambodia	-49%	-39%	109%	-20%
Zone 4 C Cambodia	80%	1%	-38%	-37%
Zone 5 A Cambodia	95%	-36%	-11%	-10%
Zone 5 B Cambodia	18%	-23%	-2%	-2%
Zone 6 A VietNam Delta	0%	-9%	0%	1%
Zone 6 B VietNam Delta	12%	-22%	-9%	-7%

	Vulnerability M3 yr 24 M3CC yr 24			
Corridor zone	Primary	Fishing	Manufacturing	Service
Zone 2 Lao PDR	1%	-10%	-1%	0%
Zone 3 A-Lao PDR	-3%	0%	3%	3%
Zone 2 B-Thailand	-7%	0%	6%	6%
Zone 2 C-Thailand	-3%	0%	8%	8%
Zone 3 B Thailand	-5%	0%	5%	5%
Zone 3 C Thailand	-9%	0%	5%	5%
Zone 4 A Cambodia	-37%	0%	47%	47%
Zone 4 B Cambodia	-53%	0%	29%	29%
Zone 4 C Cambodia	15%	0%	-16%	-15%
Zone 5 A Cambodia	32%	0%	-7%	-6%
Zone 5 B Cambodia	13%	0%	-4%	-4%
Zone 6 A VietNam Delta	4%	0%	-4%	-4%
Zone 6 B VietNam Delta	13%	0%	-11%	-10%

出典：MRC, Council Study, Social-Economic Impact Assessment, Final, p.128, 2015.

(7)　貧困

Council Study では貧困は収入が 25 パーセンタイル値以下とされており、ゾーン毎、セクター毎の収入の予測値から貧困レベルを推定している。表 3.4.4 に各シナリオの貧困レベルをゾーン別に示す。値は貧困層の割合を、色はそれぞれのゾーンについて貧困度が低いシナリオを緑色、最も高いシナリオを赤で示している。貧困度の割合を見ると、カンボジアの Zone 4A（Khone Falls – Kratie）、Zone 4B（3S）地域が高くなっている。またシナリオ別でみると大きな違いはないものの M3、M3CC の貧困

度が高い。これは M3 ではより多くの住民が、相対的に収入が少ない農業セクターに従事する計画になっているためである。

表 3.4.4　シナリオ別ゾーン別貧困人口(%)の比較

A	Percent population below the poverty line.				
	M1 yr1	M1 24	M2	M3	M3CC
Zone 2-Lao	21.7%	18.8%	19.1%	20.6%	20.6%
Zone 3 A-Lao	21.2%	18.7%	19.7%	22.4%	22.0%
Zone 2 B-Thailand	13.6%	13.5%	13.6%	13.8%	13.6%
Zone 2 C-Thailand	14.5%	14.4%	14.8%	15.0%	15.0%
Zone 3 B Thailand	14.2%	13.7%	14.3%	14.5%	14.4%
Zone 3 C Thailand	14.1%	13.9%	13.8%	13.8%	13.6%
Zone 4 A Cambodia	24.0%	25.1%	25.9%	24.7%	23.1%
Zone 4 B Cambodia	25.2%	21.9%	23.7%	23.8%	22.5%
Zone 4 C Cambodia	23.5%	21.6%	21.9%	23.2%	23.9%
Zone 5 A Cambodia	23.5%	20.7%	20.9%	21.1%	21.5%
Zone 5 B Cambodia	23.0%	21.9%	21.9%	21.9%	22.1%
Zone 6 A VietNam	19.4%	19.9%	20.0%	20.0%	20.0%
Zone 6 B VietNam	19.0%	19.8%	19.9%	19.9%	19.7%

出典：MRC, Council Study, Social-Economic Impact Assessment, Final, p.66, 2015

(8)　水セキュリティ

水セキュリティについては、安全な水へのアクセスのある世帯割合、渇水で主要な水源へのアクセスが困難になる世帯割合、渇水による農業被害のある世帯割合、洪水によって被害を受ける世帯割合、の 4 側面から検討がされている。このうち、渇水による農業被害のある世帯割合についての検討の例として、渇水年（エルニーニョ）だった 1995-96 年と渇水前の 1993 年の条件を各シナリオについて再現し、米作に従事する人口のどの程度が影響を受けるかを検討している。影響を受ける人口は、M1 で 700,527、M2 で 745,593、M3 で 587,288 となっている（値がマイナスなのは渇水前の被害者予測値から渇水後の予測値を引いているためと思われる）。この検討では、各ゾーンの渇水の深刻度、米作に従事する農業人口、米作に従事する人口のうち天水米作に従事する人の割合、が結果を左右している。M1 はシナリオの中では天水米作の割合が多いが、M2 では農業が推進され天水米作の労働人口が増えたことが、影響を受ける人口の増加を招いている。

表 3.4.5 渇水年を想定した米作従事者の被害割合のシナリオ別比較

	M1 (93-97)		M2 (93-97)		M3 (93-97)	
Corridor Zone	People affected	%	People affected	%	People affected	%
Zone 2-Mainstream - Lao	13160	11%	13393	10%	10044	6%
Zone 3 A-Lao-Mainstream	3109	2%	3879	1%	4011	1%
Zone 2 B-Upper Thailand	-702	-4%	-787	-4%	-853	-4%
Zone 2 C-Lower Thailand	310	1%	574	2%	705	2%
Zone 3 B Thailand-Mainstream	4580	3%	6793	3%	6018	3%
Zone 3 C Thailand-Songkhram	-3787	-18%	-3669	-18%	-3612	-18%
Zone 4 A Cambodia-Khone Falls to	-4484	-20%	-4438	-19%	-4446	-19%
Zone 4 B Cambodia-3S	-289	-13%	-287	-13%	-308	-13%
Zone 4 C Cambodia Kratie to Viet	-300289	-26%	-306331	-25%	-152951	-11%
Zone 5 A Cambodia-Tonle Sap river	-73104	-20%	-71190	-18%	-71400	-17%
Zone 5 B Cambodia Tonle Sap lake	-26353	-15%	-23164	-13%	-22201	-12%
Zone 6 A Viet Nam Delta-freshwater	-110614	-4%	-157079	-5%	-148105	-5%
Zone 6 B Viet Nam Delta-saline	-202063	-16%	-203286	-17%	-204190	-17%
Totals	-700527		-745593		-587288	

出典：MRC, Council Study, Social-Economic Impact Assessment, Final, p.74, 2015

同様に洪水による影響について、洪水年の 2000-2001 年と洪水後の平水年の 2003 年の状況を各シナリオについて再現して、米作に従事する人口が洪水によってどの程度被害を受けるかの検討がされている。洪水の被害を受けるのは Zone 4C (Kratie -Vietnam border)、Zone 5A (Tonle Sap River)に集中している。この比較によれば、影響を受ける米作人口は M1 で 1,137,264、M2 で 1,232,452、M3 で 818,887 となっている。M2 では米作面積の拡大が想定されており、このことが M2 に関わる影響が最大になっている重要な要因である。

表 3.4.6 洪水年を想定した米作従事者の被害割合のシナリオ別比較

	M1 (2001-2003)		M2 (2001-2003)		M3 (2001-2003)	
Corridor Zone	# affected	%	# affected	%	# affected	%
Zone 2-Mainstream - Lao	-4583	-4%	-3294	-2%	-3624	-2%
Zone 3 A-Lao-Mainstream	-24594	-11%	-23926	-8%	-24294	-5%
Zone 2 B-Upper Thailand	4	0%	-42	0%	-86	0%
Zone 2 C-Lower Thailand	352	2%	685	2%	828	2%
Zone 3 B Thailand-Mainstream	-17301	-11%	-15864	-8%	-17820	-8%
Zone 3 C Thailand-Songkhram	242	1%	235	1%	231	1%
Zone 4 A Cambodia-Khone Falls to	-10929	-43%	-11173	-44%	-5310	-27%
Zone 4 B Cambodia-3S	-1832	-75%	-1822	-75%	-1952	-75%
Zone 4 C Cambodia Kratie to Viet	634412	50%	667709	48%	317979	15%
Zone 5 A Cambodia-Tonle Sap river	419376	105%	418809	89%	414314	81%
Zone 5 B Cambodia Tonle Sap lake	49829	25%	46235	22%	45039	22%
Zone 6 A Viet Nam Delta-freshwater	91091	3%	157591	5%	95915	3%
Zone 6 B Viet Nam Delta-saline	1197	0%	-2691	0%	-2333	0%
Totals	1,137,264		1,232,452		818,887	

出典：MRC, Council Study, Social-Economic Impact Assessment, Final, p.72, 2015

3.4.2 ダム建設と運用による影響

Council Study ではダム開発に加え、農業など他の水資源関連セクターの開発がシナリオに含まれている。また社会経済影響の予測は農業・漁業に加えて工業、サービス業など幅広い業種の雇用と労働人口がベースになっており、通常のダム案件の環境影響評価のようにダム湖で水没する土地の住民やダム直下で影響を受ける住民など直接的に影響を受ける住民の社会経済影響だけでなく、ダムのはるか下流の河川周辺のゾーンに居住する幅広い住民に対する非直接的な社会経済影響も予測に含まれている。よってこの中からダム建設と運用に関する影響を明確に示すことは非常に難しい。

しかし Council Study では M3（気候変動については M3CC）をベースに気候変動、農業、灌漑、洪水防御、ダム開発の条件だけを変えたサブシナリオの検討をしており、ここから社会経済におけるダム開発の相対的な重要性を見ることができる。

社会経済影響に関するサブシナリオの分析事例として貧困度の検討における検討結果を表 3.4.7 に示す。ここでは上述の M1-M3CC に関わる貧困の解析事例と同様に、M3-H3 までのサブシナリオに関わる貧困度の推定結果を数値で示すともに、各シナリオの中で濃い赤色は最も貧困度が高いもの、濃い緑色は最も貧困度が低いものを示している。

表 3.4.7 サブシナリオ別ゾーン別貧困人口(%)の比較

B	Percent population below the poverty line.												
M3	M3CC	C2	C3	A1	A2	Irr1	Irr2	F1	F2	F3	H1a	H1b	H3
20.6%	20.6%	20.5%	23.1%	18.2%	20.6%	20.5%	20.6%	20.6%	20.6%	20.6%	21.1%	21.0%	20.6%
22.4%	22.0%	21.8%	26.2%	18.3%	22.2%	22.2%	22.2%	22.0%	22.0%	22.0%	22.0%	22.5%	22.2%
13.8%	13.6%	13.6%	13.8%	13.4%	13.7%	13.7%	13.7%	13.6%	13.6%	13.6%	13.6%	13.7%	13.7%
15.0%	15.0%	14.9%	15.2%	14.3%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%
14.5%	14.4%	14.4%	14.5%	14.1%	14.5%	14.5%	14.5%	14.4%	14.4%	14.4%	14.4%	14.4%	14.4%
13.8%	13.6%	13.7%	13.7%	13.8%	13.7%	13.7%	13.7%	13.6%	13.6%	13.6%	13.6%	13.7%	13.7%
24.7%	23.1%	22.8%	24.3%	24.6%	24.7%	24.3%	24.7%	23.1%	23.1%	23.1%	22.6%	24.0%	22.2%
23.8%	22.5%	22.6%	24.8%	23.6%	23.7%	23.7%	23.7%	22.5%	22.5%	22.5%	22.5%	22.6%	22.6%
23.2%	23.9%	22.8%	25.6%	21.7%	22.8%	22.8%	22.8%	23.3%	23.4%	23.3%	23.4%	23.3%	23.3%
21.1%	21.5%	20.9%	24.0%	20.6%	20.9%	21.0%	20.9%	21.3%	21.3%	21.3%	21.3%	21.4%	21.3%
21.9%	22.1%	21.7%	22.7%	21.7%	21.7%	21.8%	21.8%	22.0%	21.9%	22.0%	22.0%	22.1%	22.0%
20.0%	20.0%	20.3%	19.5%	20.2%	20.3%	20.3%	20.3%	20.2%	20.2%	20.2%	20.2%	20.3%	20.1%
19.9%	19.7%	19.9%	19.2%	19.9%	19.9%	19.9%	19.9%	19.7%	19.7%	19.7%	19.7%	19.7%	19.7%

出典：MRC, Council Study, Social-Economic Impact Assessment, Final, p.67, 2015

サブシナリオのうち水力発電が関連するのは H1a（ダムは 2007 年レベル）、H1a（LMB 本流ダムなし）、H3（土砂フラッシング実施）であるが、これらのサブシナリオの貧困度は他のサブシナリオと比較して大きく悪化（赤色）あるいは改善（緑色）しているわけでなく、全体としてみればダム開発が

メコン河沿いの住民の貧困度に大きな影響を与えていないことがわかる。

尚、サブシナリオはあくまでも気候変動、農業、灌漑、洪水防御、ダム開発などの影響を検討するために他の条件は一定と仮定したシナリオであり、社会経済的には必ずしも現実的なシナリオではない。またダム湖周辺やダム直下の住民はダムによって非常に大きな社会経済影響を被るが、ここで検討されているのはそのような直接的な影響ではなく、農業や工業・サービス業を含む労働人口の動態に絡んだ影響である。よって結果についての判断には留意が必要である。

3.4.3 他の開発および気候変動の社会経済影響

上述の表 3.1.2 のサブシナリオのうち、貧困度に最も影響が大きいのは気候変動に関わる C3 である。これは M3CC より降雨が少ないサブシナリオであり、渇水が流域の貧困度に大きな影響を及ぼすことが考えられる。また貧困度が低いのは灌漑以外の農業に関する A1 シナリオである。これは、農地面積は 2007 年の農地面積の水準で、農業以外のセクターは M3CC に沿って成長するシナリオだが、収入が相対的に多い工業やサービス業の伸びが大きいため、農業従事人口が多いシナリオより貧困度が下がったと思われる。

これらの分析結果から、収入脆弱性や貧困度は主に住民がどのセクターで生計を立てるかに大きく依存しており、さらに気候変動などの外的要因も大きな影響を及ぼす可能性があることがわかる。ただし、収入脆弱性や貧困度は、教育レベル、世帯が保有している資産など様々な要因に左右され、あるセクターで貧困層にあった住民が他のセクターに移ったとしても、そのセクターでも貧困層に陥ることが充分考えられる。現状ではそのようなメカニズムを分析するのに必要な情報が不十分であり、Council Study の社会経済影響報告書では収入脆弱性や貧困度については、さらに検討が必要なことが指摘されている。

3.4.4 緩和策の現状

Council Study では社会経済予測について、以下の記載があるメンバー国の国家開発計画は、それぞれの経済政策に基づいて、農業、製造業、サービス業を共に発展させることに焦点を当てている。これらは、資本と労働力の集約的な投入を意味している。各国の国家経済を支えている農業と第２次産業の拡大政策は、M2・M3 メインシナリオの下では労働力需要の面で軋轢を生み、非効率なインフラ開発が進む懸念がある。越境問題の緩和のために、これらの懸念要素や移民のパターンなどを総合的に評価できる動的モデルの開発が求められる。

しかし Council Study では具体的な対策については言及していない。ダム等による社会経済影響については、大きな影響を受ける住民への対処療法的な対応策（補償や代替 生計手段の確保など）、便益移転などによる公平性の確保と対策のための財源の確保、そしてマクロ経済政策による適切で持続的な雇用・経済開発の誘導などが 重要になると思われる。

3.4.5 社会・経済影響に関する評価のまとめ

- 生態系に関する評価と同様に MRC の Council Study は、広大な流域の非常に複雑な社会・経済影響を評価した点で、高く評価すべきと考える。特に食糧セキュリティ、水セキュリティ、収入脆弱性、貧困などについて個別評価がされているのは重要である。またセクター別労働人口の将来予測をしている点も、貧困や収入脆弱性の観点から非常に参考になる。事業レベルの環境・社会影響評価ではなかなかこのような評価がされてこなかったが、住民の事業影響へのレスポンスは非常に動的で複雑なため、周辺の様々な開発やセクター別の成長の可能性を視野に入れた評価は重要と思われる。

- ここで住民への影響の多くが農業セクターと工業・商業セクターにおける労働人口の割合とセクター別収入の違いに起因していることは非常に興味深い。この分析結果は正しい側面もあると思われるが、現状の相対的な収入レベルが高いという理由だけから工業・商業セクターへの移行が望ましいとは判断できないと考えられる。また生計手段を変えることは多くの住民にとって簡単ではなく、どのような住民がそのような社会変化への対応能力が高い/低いか（既存の生計手段、世帯構成・年齢、教育レベル、現金収入の必要性など）、それらの違いも視野にどのような施策が必要なのかといったことについてさらに詳細な分析が望まれる。

- また評価がメコン河沿いの比較的限られた地域（メコン河両岸 15km の地域）に限定されているため、広範な間接的な影響について充分理解できないのはやや残念である。広域影響については、別途、マクロ経済予測[18]がされているが、発電や灌漑事業によるセクター別/国別 NPV の増加といった視点だけでなく、それらの便益がどの地域/国のどのような住民に還元されるか、河岸浸食や魚の値段の高騰といった開発の影響を受けるのは誰か、といった分析もあっていいのかもしれない。このような分析はセンシティブと思われるが、社会・経済影響という視点からは、例えば一人当たりの便益の差のような情報があれば便益配分の議論を進めるには有効に思える。

- Council Study では社会・経済評価、マクロ経済評価に加えて SDGs に沿った持続可能性指標による評価[19]をしているが、2007 年のベースラインと比較して 2020 年、2040 年の将来開発シナリオでは持続可能性指数の値が低下する結果になっている。個々の事業は便益の創出を目指していても、全体として持続可能性の低下に繋がる可能性があることは、非常に重要と思われる。

- 尚、Council Study では中国やミャンマーに関する分析はされていないが、流域全体での社会・経済影響の把握、便益・コストの分析、持続可能性の評価などが望まれる。

[18] MRC, Council Study, Macro-economic Assessment Report, 2018.
[19] MRC, Council Study, Cumulative Impact Assessment Key Findings Report, 2017.

3.5 流域各国の洪水対策

3.5.1 中国

(1) 担当組織・機関

中国は 7 つの主な流域（長江、黄河、淮河、海河、松花江、辽河、珠江）の中流から下流域の洪水被害を受けやすい地域に、中国全人口の半分が居住し、中国の耕作可能面積の 3 分の 1 と、農業・工業面積の 4 分の 3 が同地域含まれている。中国における治水政策は、同国の発展に重要な同地域の防御に重点が置かれている。中国の国家レベルの洪水管理は、国務院（State Council）の国家治水旱魃救援本部（State Flood Control and Drought Relief Headquarters）が管轄し、同本部は中国水利部（Ministry of Water Resources）に設置されている。本部長は国務院の副首相が就き、関連する官庁の役人が選任される。中国の主要な流域と湖ごとに、治水旱魃救援本部が設置され、管轄する地域で洪水や渇水対策を実施する。中国の省庁や、中規模・大規模企業が所有する水力ダムも洪水防御の役目を負っている。

(2) 計画

中央政府は国家治水旱魃救援緊急対応計画を策定し、主要流域の洪水防御、洪水制御計画を策定している。地方自治政府は、各々の地域において補完的な規制、ルールを制定している。

3.5.2 ラオス

(1) 担当組織・機関

洪水管理を含むラオス国の防災対応は、国家防災管理委員会 National Disaster Prevention Control Committee (NDPCC)が国レベルの防災の戦略の立案、国際支援の促進、災害対応を行い、国の副首相が議長を務める。地方レベル、地域レベル、村落レベルではそれぞれ、Provincial Disaster Prevention and Control Committee (PDPCC)と District Disaster Prevention and Control Committee（DDDPC）、Village Disaster Prevention Units (VDPU)/Village Disaster Prevention and Control Committee (VDPCC)が管轄する。洪水時のデータ収集は、天然資源環境省（Ministry of Natural Resources and Environment）の気候変動局（Department of Climate Change)が管轄している。洪水などの災害時の被災者支援は、労働福祉省（Ministry of Labor and Social Welfare）が担当する。

ラオスにあるダムは全てが発電専用のため治水の役割はない。一方で、ナムグム 1 ダムなど、EDL が管理するダムは、洪水時の洪水吐の操作は NDPCC の許可が必要なため、実質的には、洪水の一部を貯留するなどの洪水制御を行っている。IPP が所有するダムは、治水容量を持たないため、洪水制御の役割を負っていない。

(2) 計画

1999 年首相令 No.158 により国家、地方、地域レベルの防災管理委員会が設立された。2007 年にそれまでの、災害対応中心の体制から、災害リスク管理へと役割が変わっている。治水を含む災害管理は、国家戦略（National Strategic Plan for Disaster Risk Management）と国家災害管理行動計画（National

Disaster Management Action Plan）がある。行動計画は 5 か年または 10 か年毎に策定され、2020 年は 2010 年から 2020 年の 10 か年の行動計画の最終年となる。行動計画には、能力開発、訓練、予警報の充実等がある。流域レベルでは、ナムグム川流域の統合水資源管理計画（2016-2020）が天然資源省によって作成され、その中に、ナムグム川の治水計画が含まれている。

3.5.3 ベトナム

(1) 担当組織・機関

ベトナムでは、農業地方開発省（Ministry of Agriculture and Rural Development: MARD）が洪水を含む災害時に対応指揮する官庁となり、災害の種類に応じ関連する省庁に横断的に指示を出す。MARD 大臣は中央災害対策委員会（Central Committee for Natural Disaster Prevention and Control: CCNDPC）の議長を務めている。CCNDPC は、国家の防災最高指揮機関となり、天然資源環境省、国防省、交通運輸省など関連する中央省庁の代表から構成される。MARD のベトナム国家災害管理総局（Vietnam National Disaster Management Authority : VNDMA）が委員会の事務局となる。地方レベルでは、地方省・県・コミューンレベルにおいて、災害対策・捜索救助委員会の設立が規定され、地方の農業農村開発局（DARD）が地方防災の執行機関となっている。

治水に関しては、国家風水害対策委員会（Central Committee for Flood and Storm Control）が MARD の下に設置され、堤防管理、洪水管理、災害管理センター、水文データの収集を担っている。災害管理政策技術センター（Disaster Management Policy and Technology Center: DMPTC）が VNDMA の下に 2017 年に設立され、同センターは、技術開発、データ管理、職員の訓練を担っている。河川の堤防整備・管理は、MARD が行っている。

(2) 計画

ベトナムの洪水管理に係わる法律は 2013 年に策定された「災害予防・軽減法」に依る。また、同年に国家防災計画（Natural Disaster Prevention and Control Plan）が制定された。同防災計画は基本的には 5 か年計画となっているが、最新の国家防災計画は、2018 年から 2020 年の 3 か年となっている。地方レベルでは、国家防災計画とは別に、地方省独自に防災計画を策定している。

長期の治水計画は、水資源国家戦略の中で定められ、i) 国家水資源の保護、効率的利用、持続可能な開発、ii) 水害予防、緩和、最小化のための施策の推進、iii) 多分野を対象とした経済の創造、iv) ベトナムと水資源を共有する国々の利害調整による効率的な協調、を目標としている。

3.5.4 タイ

(1) 担当組織・機関

洪水を含めた災害対応は、内務省の防災減災局（Department of Disaster Prevention and Mitigation: DDPM）が担当している。また、国家防災減災委員会（National Disaster Prevention and Mitigation Committee: NDPMC）が防災に関する政策決定を行う。NDPMC の事務局は DDPM が担当する。内務省建設・都

市計画局は、主要都市の排水、内水氾濫防御を担当し、首都バンコクの洪水管理はバンコク都庁（Bangkok Metropolitan Administration: BMA）が担当している。地方レベルの防災は地方防災減災委員会（Provincial Disaster Prevention and Mitigation Committee: PDPMC）が管轄している。

一方、タイに存在するダムは殆どが王立灌漑局（Royal Irrigation Department: RID）もしくは、タイ発電公社（EGAT）が所有しており、EGAT、RID が所有するダムでも、治水機能を持たせた多目的ダムが複数ある。RID の管理するダムは、河川流量に比して貯水容量の大きい貯水池式が多く、洪水管理に果たす役割は大きい。洪水管理を含めた水資源管理に関連する省庁が多岐に亘る。2017 年に省庁横断的組織として国家水資源室(Office of National Water Resources: ONWR)が設立された。ONWR は、RID と水資源局（Department of Water Resources）の要員から成り、国家の水資源政策を立案している。

タイ気象庁（Thai Meteorological Department: TMD）は、洪水予警報を担当し、雨量観測、洪水情報の発信、気象データ管理を担っている。

(2) 計画

2007 年に制定された防災減災法（Disaster Prevention and Mitigation Act）により、防災に係わる、機関、役割等が規定された。同法に基づき、以下の防災計画が策定されている。

- National Disaster Prevention and Mitigation Plan
- National Disaster Risk Management Plan 2015
- Strategic National Action Plan (SNAP) on Disaster Risk Reduction
- Provincial and District Disaster Prevention and Mitigation Plans
- Eleventh National Economic and Social Development Plan 2012-2016

治水に係わる長期的なインフラ整備については、2018 年に制定された国家水資源法により、ONWR、国家水資源委員会主導の下、20 か年計画となる水資源管理マスタープラン（2018 年～2037 年）を制定した。同 MP の中で、今後 20 年間の治水・利水の水資源管理計画が策定されている。

3.5.5 カンボジア

(1) 担当組織・機関

国家災害管理委員会（National Committee of Disaster Management: NCDM）が防災行政を担っている。災害管理委員会は、州、地域、コミューン、村落の各レベルで設立されており、洪水を含む災害対応を行っている。

利水を含めた水資源行政は、水資源気象省（MoWRAM；河川・水資源管理・開発、洪水・渇水対策等）、環境省（MoE； 水環境、排水規制等）、鉱工業エネルギー省（MIME；州都及び中小規模市町村の水道事業）、農村開 発省（MRD；共同栓事業等）が管轄している。洪水防御に関する計画立案・実施は、水資源気象省が担当している。

(2) 計画

2015 年に災害管理法が制定され、洪水時対応を含めた防災行政の役割、責任、機関が明確になった。同法に基づき、以下の防災計画が策定されている。

- National Action Plan for Disaster Risk Reduction (NAP-DRR) 2014-2018
- National Strategic Development Plan (NSDP 2014-2018)
- National Adaptation Program of Action to Climate Change

利水を含めた水資源管理に関しては、水資源管理法（Law on Water Resources Management, 2007）により表流水と地下水の両者を含めた水資源管理、水利用コミュニティや洪水管理に関して規定し、国家水資源政策（National Water Resources Policy,2004 年）では、効果的な水資源管理のため、河川流域管理・開発、淡水資源の適切な開発・管理等について定めている。また、水資源気象省は、Strategic Development Plan on Water Resources and Meteorology in 5 years 2019-2023 を策定し、優先プロジェクトのリストと予算額を公表している。

3.5.6 ミャンマー

(1) 担当組織・機関

国家災害管理委員会（National Disaster Management Committee: NDMC）は、洪水を含む災害一般の政策を立案する国家レベルの機関であり、2016 年の政令 No.30 により成立された。同委員会は 28 人の委員から構成され、内務省、国家計画建設省、電力エネルギー省、など複数の省より選任される。同委員会の下には、災害管理実行委員会、生活支援委員会など複数の委員会が設立されている。社会福祉・救済・復興省（Ministry of Social Welfare, Relief and Resettlement）の災害管理局（Department of Disaster Management）が防災行政の実施機関となっている。

洪水管理を含めた河川流域管理では、農業畜産灌漑省（MOALI）の灌漑水利用管理局（IWUMD）が、主要河川の支川流域における水利用 並びに中小河川流域の管理の責任を有している。 IWUMD は洪水制御機能を有する堰、閘門、水門、灌漑ダムおよび多目的ダムのような関連施設を含む灌漑水路の建設および管理を実施している。また、IWUMD は堤防の建設並びに河川及び水路の改修を含む支川流域における洪水リスク管理にも責任を有している。

(2) 計画

以下の防災計画が策定されている。

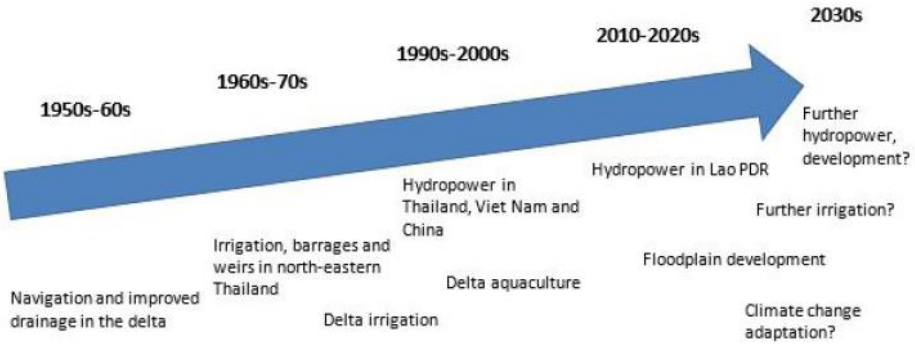
- Myanmar Action Plan on Disaster Risk Reduction 2017 (MAPDRR)
- Emergency Response Preparedness Plan (ERPP,2017)
- Standing Order on Natural Disaster Management (2011)
- Disaster Management Law and Rules (2013 and 2015)

洪水管理を含めた河川流域管理（RBM）では方向性は打ち出されているものの、主要河川の本川流域と支川流域の統合的管理は未だ実現されておらず構築途上である。

3.6　ダム・水力の開発政策・開発状況

3.6.1　メコン河流域の水力開発の変遷

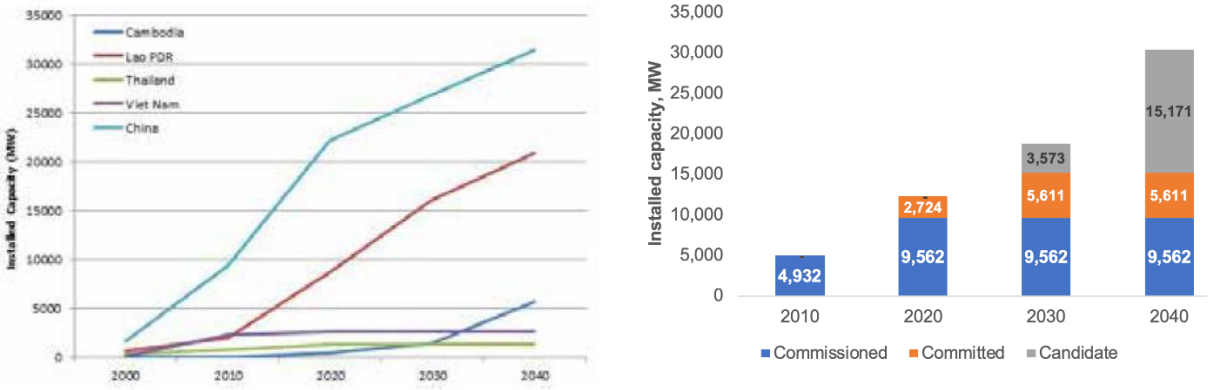
メコン河の水源開発は、1950 年から 1970 年にかけて主に灌漑を主体としていたが、1990 年代から 2000 年にかけてタイ、ベトナム、中国での水力開発が始まり、2010 年から 2020 年にかけてラオスで多くの水力発電が開発された。メコン河における水資源開発の趨勢を図 3.6.1 に示す。



出典：MRC, Basin Development Strategy for the Mekong River Basin 2021-2030 & MRC Strategic Plan 2021-2025

図 3.6.1　1950 年以降メコン河における水資源開発の趨勢

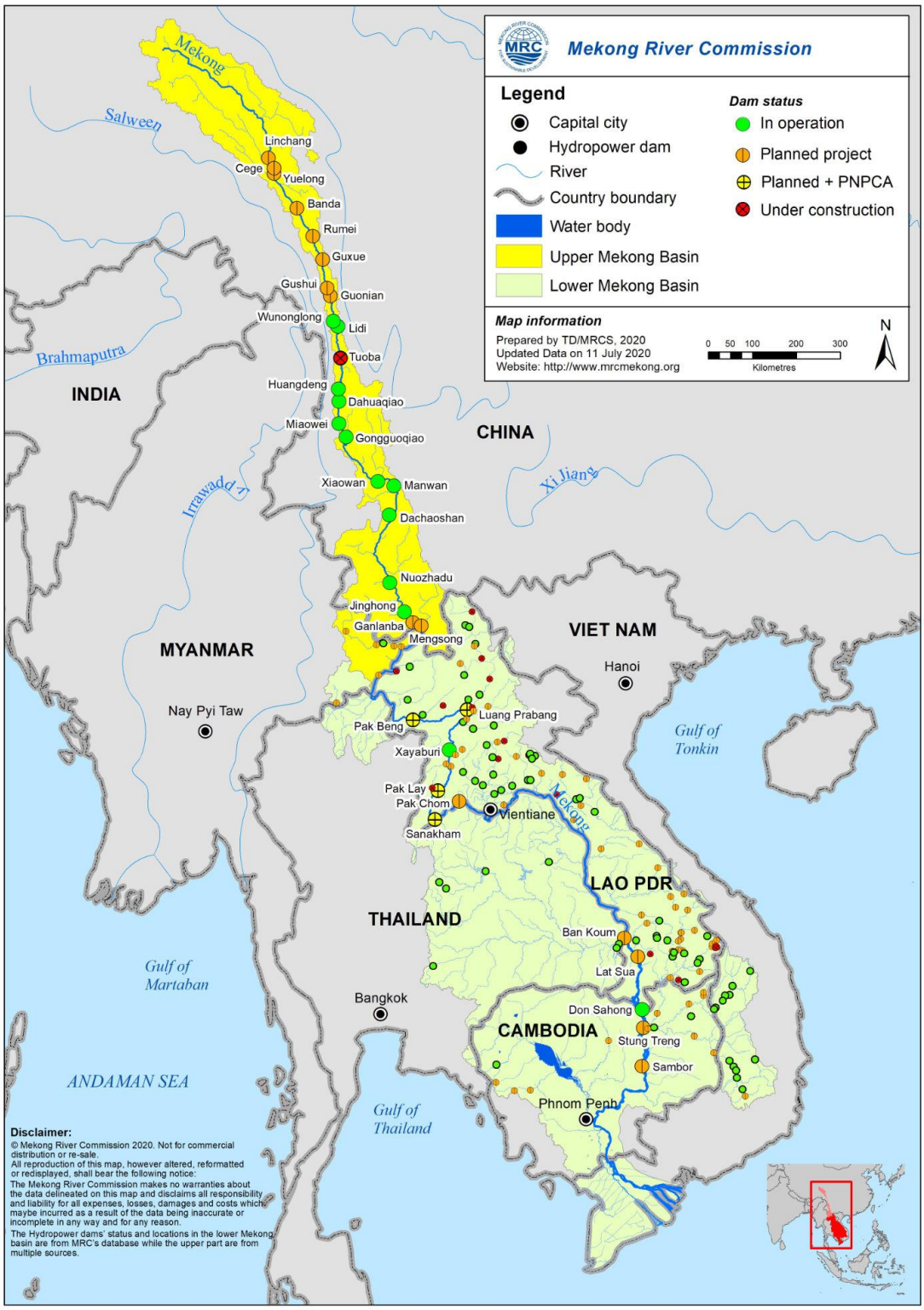
2000 年以降 2040 年までの展望を示した、メコン河流域の水力の設備容量を下図に示す。2000 年以降中国における複数の大規模水力発電所の建設によって、設備容量は急増しているが、2020 年以降も現在建設中もしくは計画中の水力開発が進むことが想定されている。また、中国を追随するようにラオスの水力開発は 2040 年まで着実に伸びることが想定されている。



出典：MRC

図 3.6.2　メコン河における水力発電の設備容量の変遷と展望

メコン河流域における既設及び計画中の水力発電事業の位置図を図 3.6.3 に示す。



出典：MRC, Basin Development Strategy for the Mekong River Basin 2021-2030 & MRC Strategic Plan 2021-2025

図 3.6.3　既設および計画中の水力開発

3.6.2 メコン河上流（Lancang 川）の水力開発

中国は、メコン河上流の Lancang 川に沿って 11 の水力発電ダム（うち 2 つは大型貯水ダム）を建設し、さらに 11 の水力発電ダムを建設または計画している。Lancang 川に建設された水力発電設備の発電容量は 21,310MW で、建設中と計画の水力発電を含めると、設備容量の総量は 31,605 MW に増加する（MRC, 2021）。

2019 年時点における中国 Lancang 川沿い設置された、もしくは建設中、計画中の水力発電ダムのリストを次表に示す。

表 3.6.1 Lancang 川における水力開発

No.	Name of Project	Province, Country	Status	Installed Capacity (MW)	No.	Name of Project	Province, Country	Status	Installed Capacity (MW)
1	Ganlanba	Yunnan, China	Operational	155	**20**	Kagong	Tibet Autonomous Region	Site Preparation	240
2	Jinghong	Yunnan, China	Operational	1,750	**21**	Yuelong	Tibet Autonomous Region	Planned	100
3	Nuozhadu	Yunnan, China	Operational	5,850	**22**	Cege	Tibet Autonomous Region	Planned	160
4	Dachaoshan	Yunnan, China	Operational	1,350	**23**	Linchang	Tibet Autonomous Region	Planned	72
5	Manwan	Yunnan, China	Operational	1,550	**24**	Ruyi	Tibet Autonomous Region	Planned	114
6	Xiaowan	Yunnan, China	Operational	4,200	**25**	Xiangda	Tibet Autonomous Region	Planned	66
7	Gongguoqiao	Yunnan, China	Operational	900	**26**	Guoduo	Tibet Autonomous Region	Operational	165
8	Miaowei	Yunnan, China	Under Construction	1,400	**27**	Dongzhong	Tibet Autonomous Region	Planned	108
9	Dahuaqiao	Yunnan, China	Under Construction	920	**28**	Niangla	Qinghai, China	Unknown	Unknown
10	Huangdeng	Yunnan, China	Under Construction	1,900	**29**	Zhaqu	Qinghai, China	Operational	Unknown
11	Tuoba	Yunnan, China	Planned	1,400	**30**	Gongdou	Qinghai, China	Unknown	Unknown
12	Lidi	Yunnan, China	Under Construction	420	**31**	Dariaka	Qinghai, China	Unknown	Unknown
13	Wunonglong	Yunnan, China	Under Construction	990	**32**	Atong	Qinghai, China	Unknown	Unknown
14	Gushui	Yunnan, China	Planned	1,800	**33**	Angsai	Qinghai, China	Planned	55
15	Baita	Tibet Autonomous Region	Planned	Unknown	**34**	Saiqing	Qinghai, China	Unknown	Unknown
16	Guxue	Tibet Autonomous Region	Site Preparation	2,400	**35**	Longqingxia	Qinghai, China	Operational	3
17	Bangduo	Tibet Autonomous Region	Under Active Consideration	Unknown	**36**	Aduo	Qinghai, China	Unknown	Unknown
18	Rumei	Tibet Autonomous Region	Site Preparation	2,400	**37**	Shuiasai	Qinghai, China	Unknown	Unknown
19	Banda	Tibet Autonomous Region	Site Preparation	1,000				Total	31,518

出典：MRC, “The MRC Hydropower Mitigation Guidelines, Guidelines for Hydropower Environmental Impact Mitigation and Risk Management in the Lower Mekong Mainstream and Tributaries, MRC Technical Guideline Series, Vol.1” 2019

3.6.3 メコン河下流域の水力開発

中国 Lancang 川下流のメコン河本川には 11 の水力発電が計画されており、その内 Xayaburi と Donsahong がそれぞれ 2019 年 10 月と 2019 年 11 月に完成している。ラオスで計画されている Pak Beng、Luang Prabang、Pak Lay、Sanakham は MRC の PNPCA の手続き中である。

表 3.6.2　メコン河下流域の水力開発

プロジェクト名	国名	開発状況	設備容量 (MW)
Pak Beng	Lao PDR	Planned	912
Luang Prabang	Lao PDR	Planned	1460
Xayaburi	Lao PDR	Operation	1285
Pah Lay	Lao PDR	Planned	770
Sunakham	Lao PDR	Planned	660
Pak Chom	Lao PDR	Planned	1079
Ban Khoum	Lao PDR	Planned	2000
Pou Ngoy (Lat Sua)	Lao PDR	Planned	651
Don Sahong	Lao PDR	Operation	260
Stung Treng	Cambodia	Planned	980
Sambor	Cambodia	Planned	1703
		Total	11760

出典：MRC, “The MRC Hydropower Mitigation Guidelines, Guidelines for Hydropower Environmental Impact Mitigation and Risk Management in the Lower Mekong Mainstream and Tributaries, MRC Technical Guideline Series, Vol.1” 2019（調査団編集）

上表に示すメコン本流に計画・建設・運用中のダムは全てタイへの輸出用である。Sanakham、Pak Chom はタイ国境に接するため、開発にあたってはタイ側の規制も適用される。

メコン河支流域における既設と計画中の水力開発の地点数を次表に示す。表に示す通りラオスが 126 地点と圧倒的な数となっている。

表 3.6.3　メコン河支川の水力開発

国名	既設及び計画中のダム基数(No.)
Lao PDR	126
Viet Nam	16
Thailand	7
Cambodia	4

出典：MRC, “The MRC Hydropower Mitigation Guidelines, Guidelines for Hydropower Environmental Impact Mitigation and Risk Management in the Lower Mekong Mainstream and Tributaries, MRC Technical Guideline Series, Vol.1” 2019（調査団編集）

- 中国によるメコン河流域の水力開発の課題

2009 年以降の日米の低金利政策によって、中国の外貨準備高は急速に増え、2013 年末には、3.82 兆ドルに達した。過度な外貨準備高の急増は、中国経済の安定を脅かす懸念があるため、中国政府は国有企業へ大量の資金を押し出し、結果的に海外での水力発電開発や大規模インフラプロジェクトに大量の資金が流れたとされる。2009 年以降のラオスを中心とした中国による水力開発の急増は、このような要因とする見方がある（Mathew[20]、2015）。

中国によるカンボジア、ラオス、ミャンマーにおける水力開発の投資を設備容量ベースで図 3.6.4 に示す。これからも 2009 年以降中国の投資による設備容量が顕著に増加していることが分かる。

[20] Nathanial Matthews, and Stew Motta, Chinese State-Owned Enterprise Investment in Mekong Hydropower: Political and Economic Drivers and Their Implications across the Water, Energy, Food Nexus, 2015

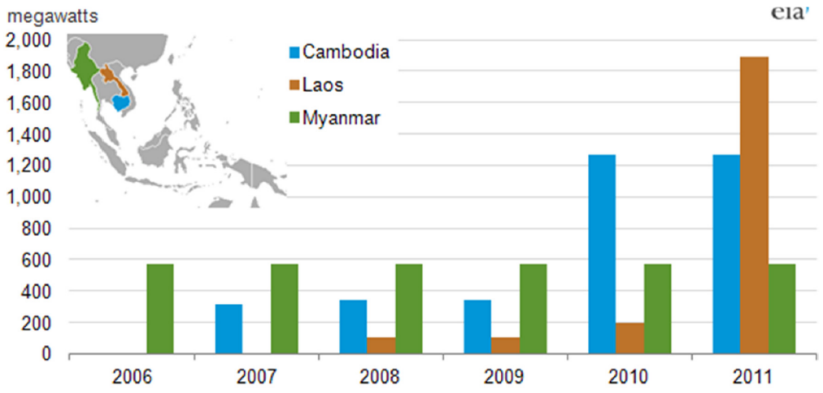


Figure 1. Cumulative hydroelectric capacity additions financed by China (2006–2011) (Source EIA, 2013 [39]).

出典：Matthes, et al.

図 3.6.4　中国によるカンボジア、ラオス、ミャンマーにおける水力開発投資の推移（設備容量）

一方、中国の投資を引き受ける側のラオスは、2009 年当時、環境規制を管轄する監督官庁は、MONRE の前身の水資源環境庁（Water Resources and Environmental Agency）等が存在したが、行政機関として脆弱であり、大量に流入してくる中国の投資を規制しきれなかったという指摘がされている。ラオスは今後も対外投資による水力開発の増加が想定されるが、土砂管理、環境への配慮など、環境規制を適切に実施出来るかが課題となる。

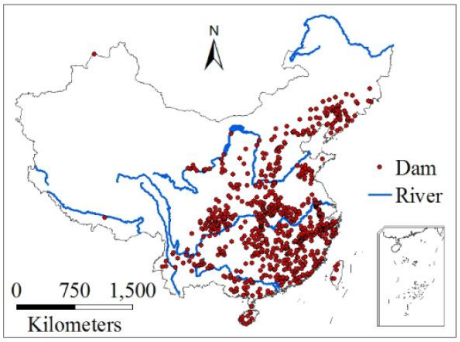
3.7　流域各国のダム・エネルギー政策

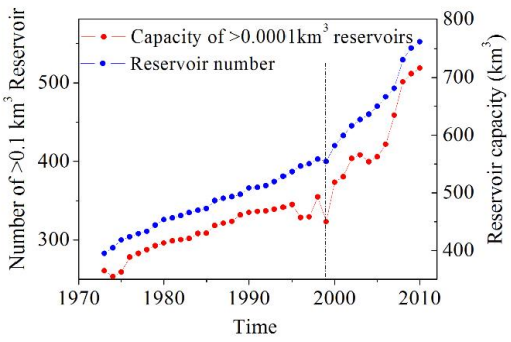
3.7.1　中国

■　ダム政策

中国の全ダム数は 4,694 基（2011 年時点）となり、全ダムの 63%はアースダムである。水力による発電出力は 97,029MW である。中国では 1960 年から 1990 年までの 30 年間に 3,555 ダムが竣工しており、その後 2010 年までの 20 年間に 827 ダムが竣工または竣工予定である[21]。中国のダムの分布とダムの建設数の推移を下図に示す。図に示す通り、中国のダム建設数は 2000 年以降急増していることが分かる。

[21] http://jcold.or.jp/j/dam/dam_asia/dam_tyugoku/





ダムの分布　　ダム建設数の推移

出典： C. Miao, et al. “China’s Policy on Dams at the Crossroads: Removal or Further Construction?,” Changjiang River Scientific Research Institute, Changjiang Water Resources Commission, 2015

図 3.7.1　中国のダム建設の推移

最大のダム高さは 2014 年完成の Jinping Grade I（錦屏 1 級）ダムで 305ｍのダブルアーチダムであり、その総貯水容量は 77 億 m^3 となる。このダムは 3,600MW の発電設備容量を持つ。２番目は、瀾滄江に 2010 年に建設された Xiaowan（小湾）ダムでダム高 292m、堤頂長 923ｍのアーチダムであり、その総貯水容量は 151 億 m^3 である。小湾ダムに付随する水力発電所の設備容量は 4,200MW である。3 番目は 2014 年完成の Xiluodu（溪洛渡）ダムで高さ 285m、総貯水容量 127 億 m^3 のダブルアーチダムである。水力発電の設備容量は 13,860MW となる。4 番目は、瀾滄江に 2014 年に建設された Nuozhadu（糯扎渡）ダムで、ダム高 261m、総貯水容量 237 億 m^3 のセンターコア型ロックフィルダムとなる。中国は、現在ダム高世界最大の 314m の Shuangjiangkou（双江口大坝）ダムを建設中で、同ダムはセンターコア型ロックフィルダムで、設備容量 2,000 MW、総貯水容量は 29 億 m^3 である。中国はダム高 200ｍを超える巨大ダムをさらに５基建設中で、その他に 7 基が計画中となっている[22]。

上記ダム高 4 番目までの大ダムは全て 2010 年以降に建設されたものであり、”西電東送”政策の下、発電目的で建設されている。中国のダム建設は、発電のみならず、治水、上工水供給、灌漑を目的としているが、近年は 1,000MW を超える発電容量を持つ水力発電ダムが多数建設されている。

■　電力・エネルギー政策

中国は、沿海部の著しい経済成長に伴う電力需要の増加と慢性的な電力不足を解消するため、中国の内陸部で発電した電気を大容量の送電線で送る“西電東送”政策が第 10 次 5 か年計画（2000 年）で採択され、中国内陸部の電源開発が進められた。その後、中国政府は 2016 年 3 月に「第 13 次 5 か年計画要綱」（2016～2020 年）を採択し、続く 2016 年 12 月に国家エネルギー局は、エネルギー分野に関する「第 13 次 5 か年計画」[23]、2017 年 4 月に「エネルギー生産と消費革命戦略（2016-2030）」（2030 長期戦略）を採択した。これら 5 か年計画の中で、環境汚染の深刻化への対処、CO_2 排出量の削減に向けたエネルギー供給構造の最適化、エネルギー利用効率の向上、クリーンな低炭素社会の建

[22] “Dam Construction and Management in China,” Ministry of Water Resources, People’s Republic of China,
[23] 国家発展改革委員会 国家エネルギー局、“エネルギー発展第 13 次 5 か年計画（2016～2020）” NEDO 北京事務所仮訳、2016 年 12 月

設、安全でクリーンな高効率エネルギーシステムの構築との基本方針を示し、従来の化石燃料からクリーンエネルギーへの転換を打ち出している[24]。2030 長期戦略では、2030 年までのエネルギー消費ギャップ目標や非化石燃料の割合目標の他に、2020 年以降の 1 億 tce（石炭換算トン）に相当する前年比エネルギー新規需要増は、原則クリーンエネルギー（再生可能エネルギー、天然ガス、原子力）によりまかなう方針を提示した[25]。この基本方針のもと、再生可能エネルギーの導入が継続して図られ、水力発電に関しては、５か年計画の基、中国全土で年率 8.1%の割合で設備容量を増加させる計画となっており、今後も水力開発は継続していく見込みとなる。

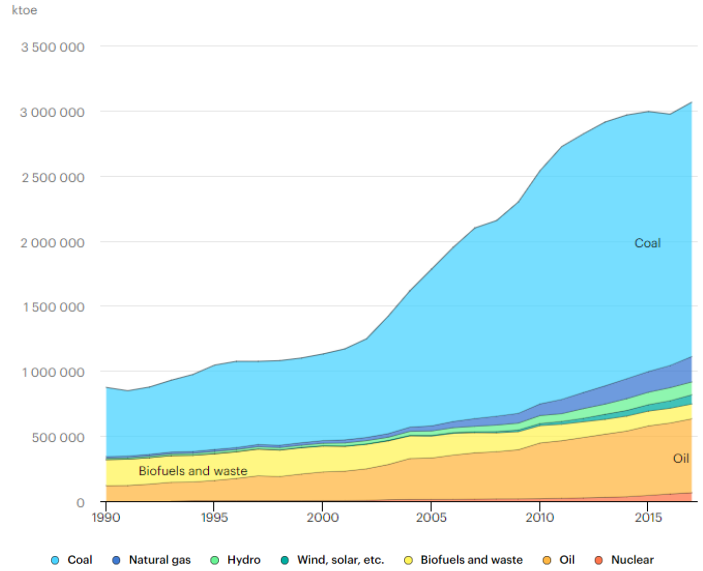
なお、中国政府は 2021 年から 2025 年の「第 14 次 5 か年計画要綱」を策定し 2021 年 3 月の第 13 期全国人民代表大会で採択された。エネルギー安全保障、エネルギーのグリーン化・低炭素化・安全・有効利用の促進などが強調された。水力発電については、大型の水力発電設備の整備を積極的に推進するとしている。

■ エネルギー需要

中国のエネルギー消費量は図 3.7.2 に示す通り、2000 年以降高い経済成長により、エネルギー需要の急激な伸びを示していたが、2015 年ごろから需要の伸びは鈍化している。前述の通り、今後のエネルギー需要の増加に対しては、水力を含めたクリーンエネルギーで対応していく方針である。

水力について言えば、中国全土の包蔵水力資源量には様々な数値があるが、概ね約 400 GW と見られる。2015 年で、設備容量ベースで既に 320 GW、包蔵水力に対し８割が開発されている。今後、再生可能エネルギーによる電源開発が進められる中、新規の水力開発は限定的になり、風力や太陽光などの再生可能エネルギーの比率が増加すると考えられる。

[24] 一般財団法人　日本エネルギー経済研究所、「平成 29 年度国際エネルギー情勢調査（諸外国のエネルギー政策動向及び国際エネルギー統計等調査事業）諸外国のエネルギー政策動向に関する調査報告書、経済産業省エネルギー庁委託調査」2018 年 2 月
[25] 金　振、「シリーズ激動中国、その2中国におけるエネルギー長期戦略の策定状況」、2018 年 1 月、公益財団法人　地球環境戦略研究機関



出典：IEA World Energy Balance 2017

図 3.7.2　中国のエネルギー消費量の推移

■ 電力供給体制

1995 年に電気法（Electricity Law）が制定され、それまで政府の管轄で行われていた発送電などの電気事業に対する規制制度が整備された。中国政府は 1998 年に国有企業の構造改革に着手し、2002 年に電気事業を規制する国家電力規制委員会（SERC）[26]を設立した。同年、中国の発送配電を担っていた「国家電力公司」は発電部門と送電部門が分かれ、送配電事業は国家電網と南方電網の 2 社、発電事業は 5 つの発電会社（中国華能集団公司、中国大唐集団公司、中国華電集団公司、中国国電集団公司、中国電力投資集団公司）に分割された[27]。送配電事業を管轄する国家電網公司は華北、東北、華東、華中、西北の５つに分割し、それぞれの地域で子会社を設立し送電網を管理している。メコン河流域を含む雲南省、広東省、広西自治区、貴州省、海南省は中国南方電網有限責任公司が送電線を管轄している。発電会社の管轄については、明確な地域分けはないがメコン河流域の水力発電の多くは中国華能集団公司と、そのグループ会社が開発を担っている。

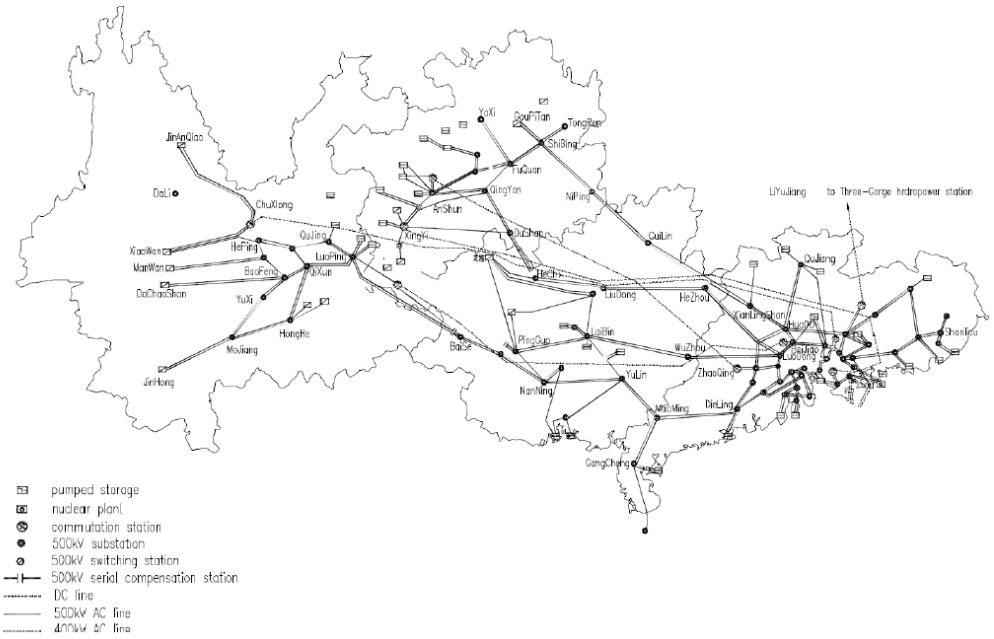
■ 中国南方地方の電力供給

メコン河が位置する雲南省を含めた中国南方地域では、石炭と水力資源が豊富なため、石炭火力発電および水力発電の建設が進められた。同地域で発電された電気は主に電力が不足する広東省に送電されている。中国南方地域の送電線を管轄する中国南方電網の送電網を図 3.7.3 に示す。南方電網送電線は華中電網の管理区域にある三峡ダムと直流送電で電力の融通を行っている。

JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクト最終報告書によれば、南方電網は以下の国際連系線で近隣国と連系している。

[26] Xin Qiu and Honglin Li, “Energy Regulation and Legislation in China”, 2012, Environmental Law Reporter
[27] 電気事業連合会

- ミャンマー：500 kV 1 回線 ＋220 kV 2 回線
- ラオス：115 kV 1 回線
- ベトナム：220 kV 3 回線 ＋110 kV 4 回線



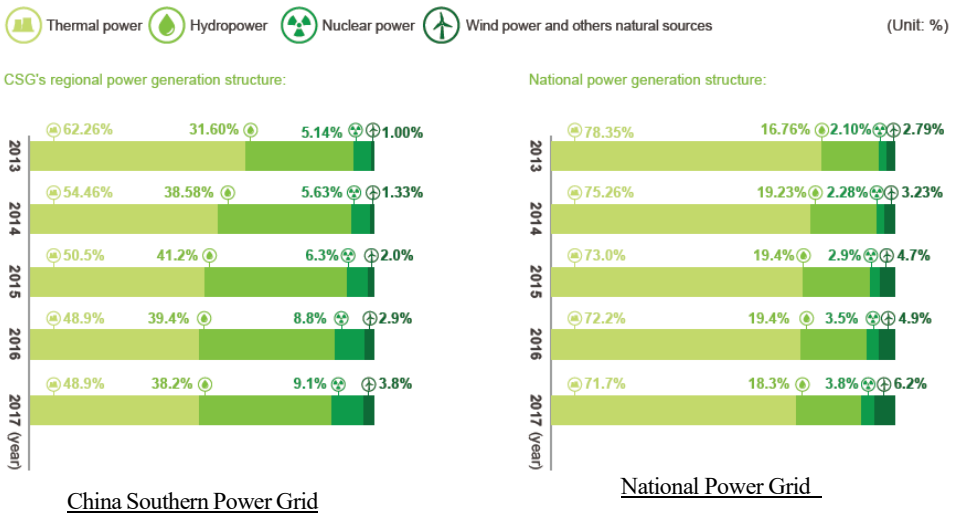
出典：ADB (2010). Facilitating Regional Power Trading and Environmentally Sustainable Development of Electricity Infrastructure in the Greater Mekong Subregion, Asian Development Bank

図 3.7.3 中国南方電網送電網

中国南方電網が管轄する南方地域の 2013 年から 2017 年の電源構成比を図 3.7.4 に、2018 年と 2019 年の電源別の設備容量と構成比を図 3.7.5 に示す。2018 年の設備容量は約 335GW で、対するピーク需要は 170GW となる。電力需要の半分以上は広東省の工業地帯にある。火力発電は殆どが石炭火力で約 60%を占め、水力は 37%となる。南方地域の石炭資源は 700 億トンの埋蔵量があり、石炭火力に用いる石炭は南方地域で算出されたものとなる。一方、南方地域の未開発包蔵水力は 100GW、電力量ベースで 400 TWh と推定される[28]。

図 3.7.4 に示す通り、水力発電の割合は 2015 年の 41.2%をピークに漸減しており、原子力発電と風力などの再生可能エネルギーの伸びに水力発電の増加ペースが追い付いていない。中国全体の構成比を見ても同様に、水力の占める割合は 2015 年・2016 年をピークに減少している。第 13 次 5 か年計画および第 14 次 5 か年計画で掲げられた非化石エネルギー電源を増強させる国策によって、再生可能エネルギーと原子力発電が着実に割合を増やしている。

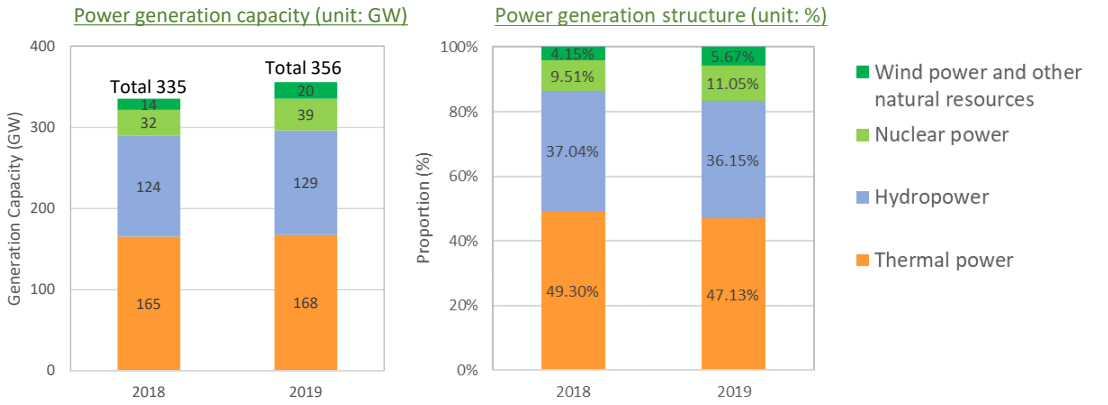
[28] IES, Nord Pool, “Greater Mekong Subregion Power Market Development, All Business Cases including the Integrated GMS Cases, Final Report for the World Bank,” 2019



出典：China Southern Power Grid. “Corporate Social Responsibility Report, 2017”

図 3.7.4　中国南方電網および国家全体の電源構成比（2013 年～2017 年）

2018 年から 2019 年にかけては、全ての電源において設備容量は増加しているが、構成比でみれば、2017 年までの傾向と同じく火力と水力は減少している。南方地域の水力発電は、包蔵水力に対し 5 割以上開発されており、今後新規の水力の開発ペースは鈍化していくものと考えられる。他方、大規模水力の開発については、第 14 次 5 か年計画の中で国策として掲げられているため、引き続き大型水力の建設は進むものと考えられる。



出典：China Southern Power Grid. “Corporate Social Responsibility Report, 2018”および“Corporate Social Responsibility Report, 2019”を基に調査団作成

図 3.7.5　中国南方電網の電源構成比（2018 年）

3.7.2　ラオス

■　ダム政策

ラオスのダムは全てが発電専用ダムであり、灌漑や洪水防御などの発電以外を目的としたダムは建設されていない。ラオスのダムの所有者は、ラオス電力公社（EDL）か、民間の IPP 事業者であり、ラオスのダム開発は、電力エネルギー政策に大きく依存している。以降に述べる通り、ラオス政府は水力発電による電力輸出を国家計画として掲げている。一方で、2019 年 3 月 18 日付で全国の電力事

業新規投資申請に対する首相府指針（No.467/PMO)では、新規投資案件を 2020 年末まで棚上げされ、新規の水力ダムの開発ペースは鈍化してきている。

また、2019 年、セピアン・セナムノイ水力発電事業で建設されたダムが決壊したことにより、ラオス政府主導の下、既設および計画中のダム安全の見直しが進められている。

■ 電力・エネルギー政策

ラオスは、第 8 次国家社会経済開発 5 カ年計画(2016 年- 2020 年)の中で、電力セクターを含むラオスの 5 か年の開発目標を掲げている。この計画の中で、廉価で信頼性の高い持続可能な電力開発、電化率を 2020 年までに 90%に向上、近隣諸国との電力輸出入の拡充、民間資金を活用した水力開発、が謳われている。第 8 次国家社会経済開発 5 カ年計画を受け、ラオスの電力・エネルギー政策を担うエネルギー鉱業省（MEM）は、2015 年 12 月に 2030 年のエネルギー長期ビジョンとして「2030 ビジョン」を発表した。2030 ビジョンでは、下記 4 つの柱を 2030 年までの基本政策としている[29]。

1) 2030 年までに世帯電化率 98%を達成する
2) 持続的、効率的及び競争力のある全ての国内資源を開発する
3) 国内送電網の強化及びメコン地域の電力融通を促進する
4) ラオス国のすべてのセクターへの安定的な電力供給を進める

国家社会経済開発 5 か年計画と 2030 ビジョンは共に、自国資源である水力の開発を継続することを掲げており、ラオスはこれまで通り外貨獲得のため、電力輸出を目的とした水力開発を進めていくことが政策面からも確認できる。電力融通に関しては、これまでの主な電力輸出先であった隣国タイに加え、ベトナム、カンボジア、ミャンマーなど ASEAN 諸国にも電力を輸出する方針としている[30]。

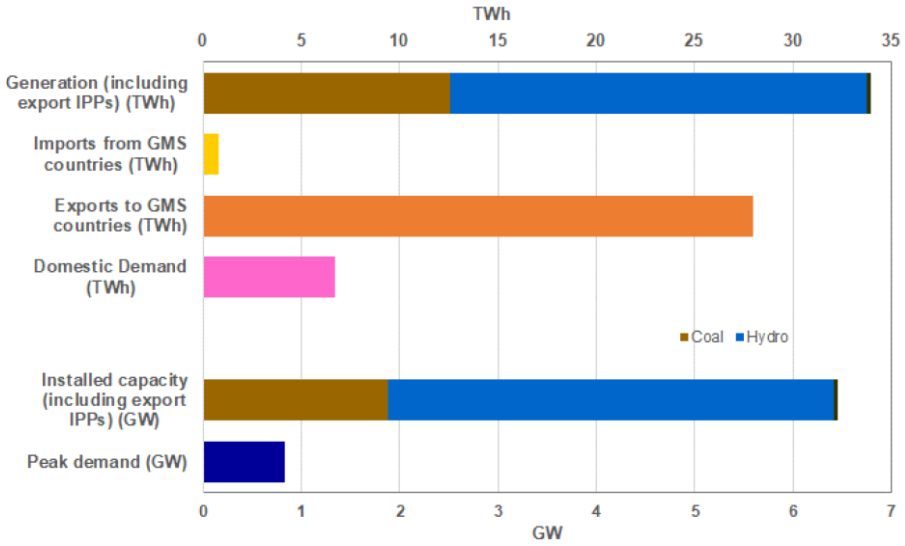
上記、ラオスの電力の具体的開発計画は、電力開発計画で、電力セクターの方針と 10 年間のロードマップを示し、国家電力開発計画のベースとなっている。国家および地方レベルではそれぞれ国家電力開発計画、地方電力開発計画が策定され、5 か年の電力開発計画が示される。開発計画の内容は国内外の電力需要、需要を踏まえた発電拡張計画および送配電計画、資金調達と予算計画となる。

最新の国家電力開発計画は、2021 年 8 月に改訂版が出された。同計画では、国内の供給過多への懸念から国内向け新規電源開発は今後原則進めないこととなった。また、乾季の電力供給能力を高めるため太陽光などの再生可能エネルギーや火力などの割合を高め、電源の多様化を進めることとなり[31]、相対的に新規の水力開発の割合は低下してきている。

[29] 一般社団法人日本エネルギー総研、“平成 29 年国際エネルギー情勢調査諸外国のエネルギー政策動向に関する調査報告書”2017 年、経済産業省
[30] ERIA, “Lao PDR Energy Outlook 2020” Department of Energy and Mines, Ministries of Energy and Mines, 2020 February
[31] Xinhua.net, “Laos to diversify energy sources to minimize imports in dry season”

■ 電力需給バランス

MRC の State of Basin Report[32]によれば、ラオス国の包蔵水力は 26,000MW となり、2015 年までに開発された水力は包蔵水力の約 15%にあたる 3,894MW となる。未開発の包蔵水力は 85%あり、開発可能な水力ポテンシャルは未だに多く残っていると言える。2015 年の総発電量は 16,501 GWh で、発電量の 65.7%はタイ、カンボジア、ベトナムに輸出され、残りは国内で消費された。JICA MP プロジェクトによると、2017 年の設備容量は 7,055 MW となり、既に 2015 年の設備容量の 2 倍弱に増加している。2030 年までに投入が計画されている水力の設備容量は 13,952 MW となる。2017 年のエネルギー種別の発電量を図 3.7.6 に示す。

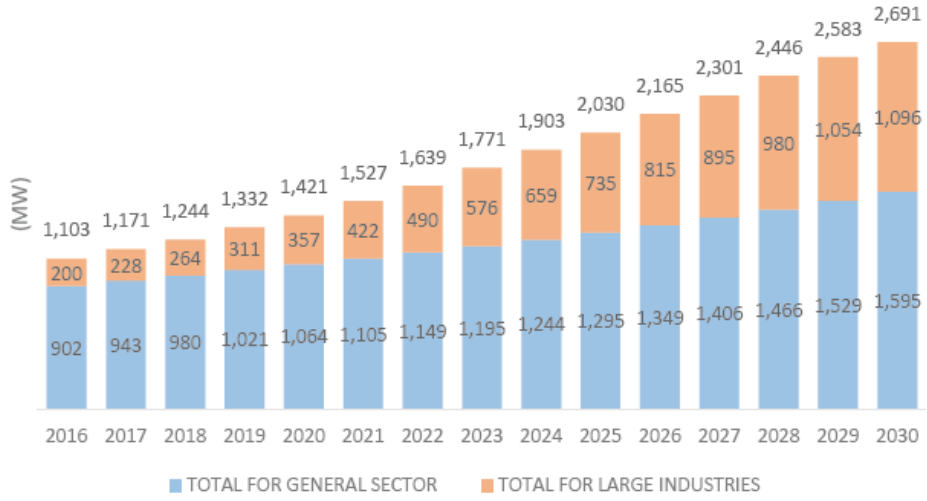


出典：IES, Nord Pool, “Greater Mekong Subregion Power Market Development, All Business Cases including the Integrated GMS Cases, Final Report for the World Bank,” 2019

図 3.7.6 エネルギー種別発電量（2017 年）

図 3.7.7 に示す火力発電は Hongsa の褐炭発電所であり、設備容量 1,878MW の内、1,500MW はタイ輸出向けで、残りはラオス国内向けとなる。ラオス国内の電力需要を以下に示す。

[32] State of the Basin Report 2018



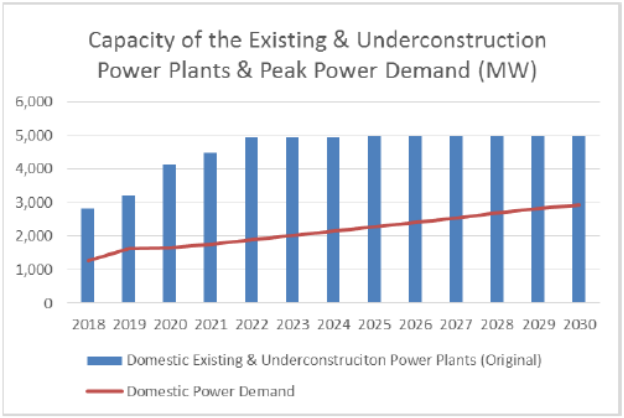
出典：JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクトファイナルレポート

図 3.7.7　ラオス国電力需要想定

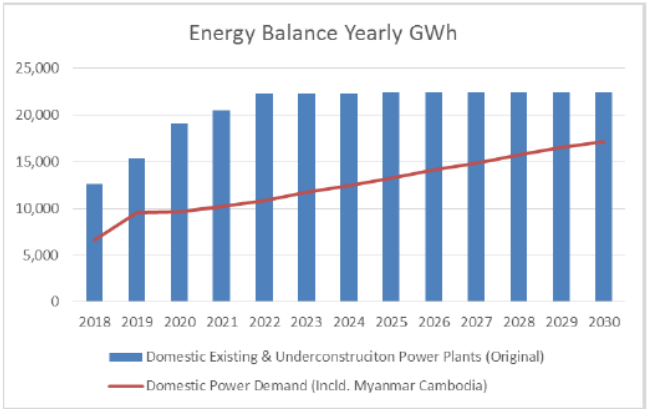
図 3.7.7 に示す電力需要は、Low、Base、High のシナリオの中で Base（GDP 成長率 7%）のものであり、2016 年は実績値である。なお、電力需要は、従来の電力需要想定値と実績の乖離を修正し需要の伸びを抑えたものとなっている。

■ 電源開発計画

国内向けの電源開発は、2022 年に約 5,000MW の設備容量を開発する計画となっており、2030 年に想定される最大電力需要の 2,691MW に比較し供給過多となっている。JICA MP プロジェクトに掲載されている国内最大需要と、電力需要量を以下に示す。



最大電力需要と設備容量の予想



電力需要量と発電量の予測値

出典：JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクトファイナルレポート

図 3.7.8　最大電力需要と計画設備容量および電力需要と発電量の予測

上記、供給過多の状況を鑑み、JICA 電力 MP プロジェクトでは以下の 3 つの方策を提案している。

- ✓ 国内の電力需要の増加
- ✓ 国内の電力系統からの輸出量の増加
- ✓ 国内供給用の電源を輸出用電源に振り分ける

2021 年 8 月に出された国家電力開発計画の改訂版では、国内向けの新たな水力開発は特に雨季に余剰が発生するため、建設中および Concession Agreement が締結されたもの以外については、今後原則進めないこととなった。

輸出用の電源開発計画については、承認済み、もしくは FS 実施済みの 3,577MW となっている[33]。国内向け、輸出向けを合わせた 2030 年までの設備容量は水力で 17,000MW、火力は 3,000MW の合計 21,000MW となる。2030 年までの国内向け電源開発は約 5,000MW とのため、約 16,000MW は輸出用の電源となる[34,35]。

各国との MOU 締結状況や、ラオスエネルギー鉱業省の資料、および関連調査により、輸出電源の各国への輸出内訳は以下の通りとなる。

表 3.7.1　2030 年までの電力輸出用電源開発計画

国	2018 年	2030 年
タイ	3,878	7,000 – 9,000
ベトナム	250	5,000
ミャンマー	5	300 – 500
カンボジア	10	300 - 500
その他（マレーシア等）	100	100
合計	4,243	12,700 – 15,100

出典：JETRO、JICA

一方で、ラオス政府は、2019 年 3 月 18 日付で全国の電力事業新規投資申請に対する首相府指針（No.467/PMO)を発布し、これまで積極的に推し進めてきた水力発電事業の新規投資案件を 2020 年末まで一時棚上げすることを通知した。

■ 系統連携計画

115kV 以上の電圧で接続されている国際連系線を表 3.7.2 に示す。

[33] ADB, “Lao People’s Democratic Republic Energy Sector Assessment, Strategy and Road Map,” November 2019
[34] JETRO,“新規ダム案件を見直し、電力需給バランス調査へ“ 2019 年 6 月
[35] 幸坂 直樹、ラオスの電力事情、JICA 専門家（ラオスエネルギー鉱業省）報告、2018 年 8 月

表 3.7.2 国際連系線（2017年）

No.	連携先国名	送電線区間		電圧 [kV]	経過地域	所有者
		自	至			
1	Thailand	Hongsa Lignite (T) IPP.E	Mae Moh	500	Xayabuly - [Thailand]	IPP.E
2	Thailand	Nabong (S)	Udon Thani 3	500	Vientiane Cap. - [Thailand]	IPP.E
3	Thailand	Nam Theun 2 (H) IPP.E	Roi Et (EGAT)	500	Khammouan - [Thailand]	IPP.E
4	Thailand	Theun Hinboun (H) IPP.E	Sakhonakhon (EGAT)	230	Bolikhamxai - [Thailand]	IPP.E
5	Thailand	Houay Ho (H) IPP.E	Ubon Ratchathani 2	230	Champasak - [Thailand]	IPP.E
6	Vietnam	Xekaman 3 (H) IPP.E	Thanh My (EVN)	230	Sekong - [Vietnam]	IPP.E
7	Vietnam	Xekaman 1 (H) IPP.E	Pleiku (EVN)	230	Attapeu - [Vietnam]	IPP.E
8	Thailand	Phontong (S)	Nong Khai (EGAT)	115	Vientiane Cap. - [Thailand]	EDL
9	Thailand	Thanaleng (S)	Nong Khai (EGAT)	115	Vientiane Cap. - [Thailand]	EDL
10	Thailand	Pakxan (S)	Bungkan (EGAT)	115	Bolikhamxai - [Thailand]	EDL
11	Thailand	Thakhek (S)	Nakhon Phanom (EGAT)	115	Khammouan - [Thailand]	EDL
12	Thailand	Pakbo (S)	Mukdahan 2 (EGAT)	115	Khammouan - [Thailand]	EDL
13	Thailand	Bang Yo (S)	Sirindhorn (H) (EGAT)	115	Champasak - [Thailand]	EDL

出典：JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクトファイナルレポートから抜粋

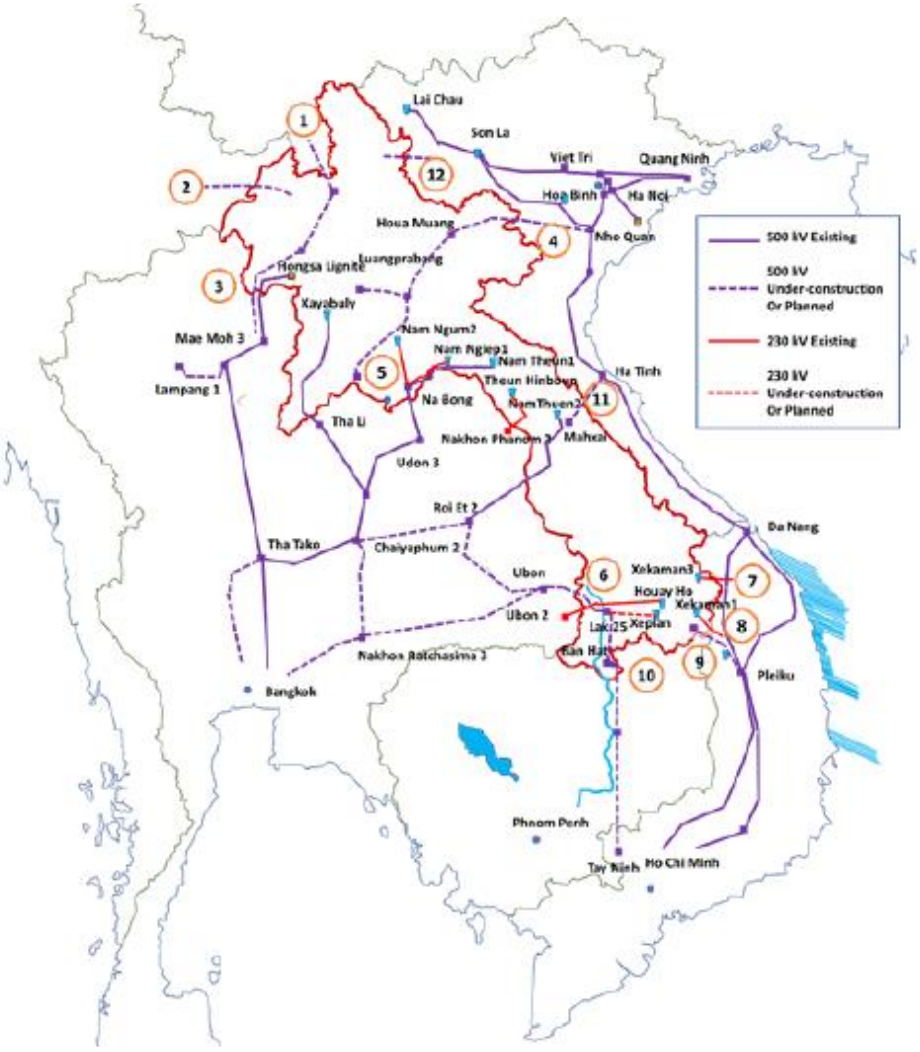
上表の内、主要な連系線の送電可能容量は以下の通りである[36]。

- ✓ Theun Hinboun to Sakhonnakhon (Thailand) 230 kV, 176 km, 440 MW
- ✓ Houay Ho to Ubon 2 (Thailand) 230 kV, 230 km, 150 MW
- ✓ Nam Theun 2 to Roi Et (Thailand) 500 kV, 300 km, 950 MW
- ✓ Na Bong to Udon 3 (Thailand), 500 kV, 100 km, 1,050 MW
- ✓ Hong Sa to Mae Moh via Nan (Thailand), 500 kV, and 325 km, 1,878 MW
- ✓ Xekaman 3 to Thanh My (Viet Nam) 230 kV, 115 km, 250 MW

上表の他に、22kV の配電電圧では、中国やベトナムと連系している。

国際連系線の開発計画については、世銀、ADB、JICA などで連携線の候補が検討されている。一例として、JICA 電力 MP プロジェクトで候補となっている国際連系線を図 3.7.9 に示す。

[36] IES, Nord Pool, “Greater Mekong Subregion Power Market Development, All Business Cases including the Integrated GMS Cases, Final Report for the World Bank,” 2019



出典：JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクトファイナルレポート

図 3.7.9　2030 年までの国際連系線候補（輸出用 IPP 占有使用を除く）

表 3.7.3　2030 年までの国際連系線候補（輸出用 IPP 占有使用を除く）

	連系箇所	ステータス	所有形態
1	中国(Banna)-ラオス北部(Namo)	未	
2	ラオス北部-ミャンマー	未	
3	ラオス北部(M.Houn)-タイ(Tha Wang Pha)	未	
4	ラオス北部(Houa Mouan)-ベトナム北部(Nho Quan)	未	
5	ラオス中央部 1(Nabong)-タイ(Udon Thani3)	既設	IPP 所有
6	ラオス南部(Ban Lak25)-タイ(Ubon 2)	建設中	IPP 所有
7	ラオス南部(Xekaman3)-ベトナム中部	既設	IPP 所有
8	ラオス南部(Xekaman1)-ベトナム中部	既設	IPP 所有
9	ラオス南部(Ban Hatxan)-ベトナム中部(Pleiku2)	未	
10	ラオス南部(Ban Hat)-カンボジア(StungTren)-ベトナム中部(Tay Ninh)	未	
11	中国-ラオス北部-ベトナム中部　直流送電線	未	民間所有
12	ラオス中央部 2（Mahaxai）-ベトナム北中部(Ha Tinh)	未	
13	ラオス北部(Phonsaly)-ベトナム北部	未	

出典：JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクトファイナルレポート

■ ラオスのダム開発の課題

- ラオスで建設されているメコン河支川の IPP 水力ダムの課題：土砂問題

メコン河支流域のラオス国内で電力開発を行う場合、小水力を除く水力開発事業者はラオス政府とコンセッション契約（最大 30 年間）を結ぶ。コンセッション形式は、BOT（Built-Operate-Transfer）が標準となり、2017 年の電力法の改正で、水力発電事業のコンセッション期間は最大 20 年間となっている。ただし、コンセッション期間は政府の承認により 5 年間の延長は可能となるため、実質的なコンセッション期間は 25 年間となる。

JICA ラオス国電力系統マスタープランによれば、ラオスの IPP 事業者による水力ダムは 31 ヶ所あり、建設中の水力発電所は 26 ヶ所となる。ラオスの水力による電源開発は 2010 年以降急増しており、2030 年以降コンセッション契約の終了により、これら IPP 事業者の発電専用ダムが順次ラオス政府に所有権が移管される。

一方で、IPP による水力発電ダムは事業期間が最大 25 年間とダムの耐用年数に比べ短いため、堆砂容量の他に土砂管理のために設けられた設備や、貯水池に貯まった土砂を下流に流下させる設備は設置されていない可能性が高い。ただし、本調査ではラオス国の現地調査が適わなかったため、ラオス国の IPP 事業者の水力発電ダムの排砂設備の設置状況を確認することはできなかった。もし、水力発電ダムの排砂設備が設置されていない場合は、2030 年以降土砂が貯まりダムの貯水機能が損なわれた状態の多くのダムがラオス政府に移管されていくことが懸念される。ダムのストック効果を維持するためには、IPP 事業者による発電専用ダムの適切な土砂管理が課題となる。

堆砂の状況、対策の実施状況については、現状把握から始め、課題の抽出、対策案の提案までを含めた調査を行うことが望ましい。

- ラオスで建設されているメコン河支川の IPP 水力ダムの課題：越境環境影響問題

メコン河本川に建設されるダムは、メコン委員会の規定に則り、PNPCA のプロセスによって堆砂対策や魚道の設置状況などの情報が公開される。しかし、支川のダムに関しては、たとえダムの設置によってメコン河本川の土砂動態に影響を与えるとしても、PNPCA のような情報公開のメカニズムが確立していないため、越境的な環境影響に対して下流国は意見を述べることができない。MRC は 2018 年に越境環境影響評価ガイドライン（”Guidelines for Transboundary Environmental Impact Assessment in the Lower Mekong Basin”）を各国 NMC のコンサルテーションを経て策定しているが、ラオスでは法令による拘束力がないため、事業者は同ガイドラインを遵守する必要はない。MRC の BDS や SP では、支川の水力の越境環境影響を評価するツールの導入等を掲げているが、具体的な Action Plan については不明である。越境問題の解決にあたってはメコン河本川のダムに適用されるような情報公開が前提となり、支川ダムの情報公開のメカニズムの構築が課題となる。

3.7.3 ベトナム

■ ダム政策

ベトナムは、年間降水量は 1,500mm～3,000mm の範囲にあり、中部と南部の降水量が 2,000mm～3,000mm あり、比較的降水量が多い。しかし、国土のほとんど（特に北部と中央部）が山岳地帯にあるため、降雨でもたらされた水は河川を急流で流下し海へ放出される。また、熱帯・亜熱帯モンスーンの影響を受け、降雨は雨季の３か月に集中して降る。このように降水が早く流出し、時間的にも偏在してもたらされる貴重な水資源を活用するため、洪水防御、灌漑、上工水、水力発電を目的としたダムが建設されてきた。ベトナムのダム建設は水資源の活用と管理の上で、社会経済に大きな役割を果たしている。近年は、気候変動や人口増加による水利用の増加などダム建設による水資源開発の需要はさらに高まっている。しかし、ダム建設適地が減少している中、安全なダムの建設が課題となっている[37]。

■ 電力・エネルギー政策

ベトナムの電力・エネルギーを管轄する官庁は商工省（Ministry of Industry and Trade: MOIT）で、新エネルギー、再生可能エネルギー、石炭、石油・ガス産業など全てのエネルギー産業を統括する。MOIT の下に、電力市場の開発及び規制を管轄するベトナム電力規制庁（Electricity Regulatory Authority of Vietnam: ERAV）及び、エネルギー政策の原案作成や電力開発計画の策定を行うエネルギー研究所（Institute of Energy）がある[38]。電力・エネルギー分野の内、計画投資省（Ministry of Planning and Investment）が投資分野を管轄し、資源環境省（Ministry of Natural Resources and Environment）が環境規制を管轄している。

2007 年 12 月、「2020 年までの国家エネルギー開発戦略及び 2050 年までの展望」（No:1855/QD-TTg）が閣議決定され、エネルギーセキュリティの確保や省エネルギー技術の適用、環境保護等を政策課題として挙げている。国家エネルギー開発戦略では、2020 年までに一次エネルギーの 5%、2030 年までに 11%を再生可能エネルギーに拡大し、電化率の向上、2022 年までに電力小売りの競争市場の構築、電力の国際連系を含めたエネルギー分野の国際協力の拡大が示されている。国家エネルギー戦略で特筆すべきことは、エネルギーセキュリティと国家安全保障の確保を掲げていることであり、その目的のため以下のような政策を提示している。

1) 様々なエネルギー資源の開発によるエネルギー安全保障確保政策実施の優先
2) 経済的な方法での国内資源の利用
3) 石油製品の輸入依存度の軽減
4) 適切な石炭輸出量（将来的には年間石炭輸出量の削減）

[37] P.H. Giang, “Dam Development in Vietnam, Current Status & Future Planning,” VNCOLD, 2013(? Not clearly stated)
[38] 一般社団法人日本エネルギー総研、“平成 29 年国際エネルギー情勢調査諸外国のエネルギー政策動向に関する調査報告書”2018 年、経済産業省

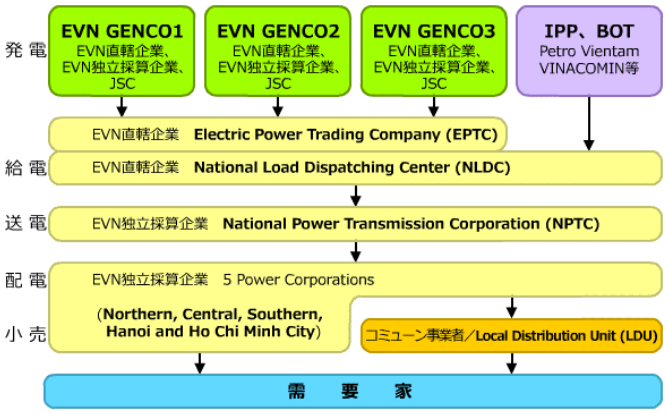
5) 地域エネルギーシステムの連系
6) 石油備蓄の拡大
7) エネルギーセキュリティと国家安全保障との連携

国家の電力開発計画は、5 か年ごとの国家電力開発計画（PDP）にまとめられている。最新の PDP は、2016 年 3 月に策定された「第 7 次国家電力マスタープラン」（PDP7）となる。2018 年末から、次の PDP となる PDP8 の作成に着手した。

■ 電力供給体制

1990 年代から、北部、中部、南部に分割していた電力系統から国家レベルの電力系統に移行し、質の高い安定した電力の供給に主眼が置かれるようになった。安定した電力供給のため、中央政府の独占的な管理から、電力市場への民間発電事業者の参入許可、電力売買の競争原理の導入が図られた。2004 年 12 月に電力法が施行され、競争原理の導入と、新しい電力取引の市場の形成に係わる法制度が整備された。2012 年には発電事業者の競争市場が形成され、2019 年に電力卸し市場が形成された[39][40]。2022 年には電力小売りが自由化される予定である[41]。

1995 年に３つの電力事業が統合され EVN（Vietnam Electricity）が設立された、ベトナム全土の発送電事業を担った。2004 年の電力法の施行と国家的な国営企業改革の一環で、発送電が分離された。2012 年発電会社を大きく３つのグループに分割し、送電業者として国家送電会社（National Power Transmission Corporation: NPTC）が設立され、EVN の独立採算企業として送電設備を運営・管理している。



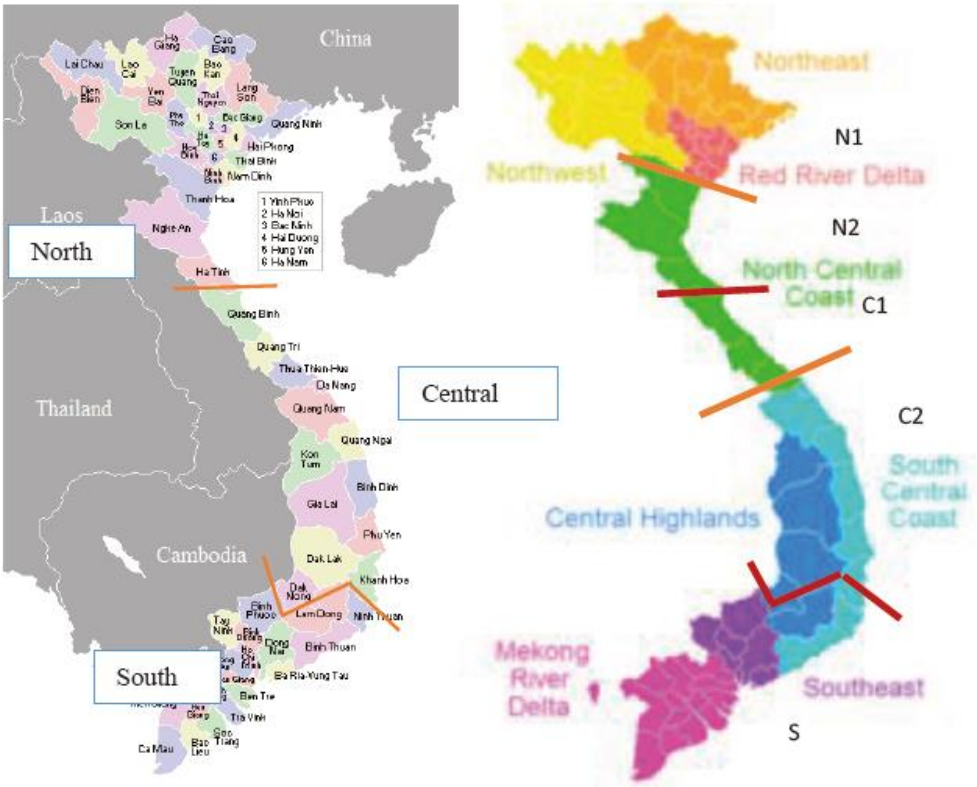
出典：一般社団法人海外電力調査会（https://www.jepic.or.jp/data/asia06vtnm.html）

図 3.7.10 ベトナムの電力供給体制

[39] A. D. Lee, F. Gerner, “Learning from Power Sector Reform Experiences, the Case of Vietnam,” World Bank Group, March 2020
[40] https://en.evn.com.vn/d6/news/Wholesale-electricity-market-in-2019-The-race-begins-66-163-1303.aspx , “Wholesale electricity market in 2019: The "race" begins!” EVN
[41] 東電設計株式会社、“平成 29 年度 質の高いエネルギーインフラの 海外展開に向けた事業実施可能性調査、（先進火力発電所等案件形成調査（ベトナム・クワンチャックにおける 超々臨界石炭火力発電所建設事業に係る 実現可能性調査））、”経済産業省、2018 年

■ 地域区分

ベトナムの電力系統は、北部、中部、南部の 3 つに分かれる。JICA MP プロジェクトでは、電力需給の特徴などから、さらに８つの地域に区分している。ベトナムの電力供給の地域区分を図 3.7.11 に示す。



出典：JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクトファイナルレポート

図 3.7.11 ベトナムの系統開発計画での地域区分

■ 電力需要

ベトナムの電力開発計画の最新版（PDP8）によると、ベトナムの北部、中部、南部の電力需要の想定値は以下の通りとなる。

表 3.7.4 ベトナムの電力需要想定

		2015	2020	2025	2030
Peak Power Demand (MW)	North	11,150	18,812	28,663	40,704
	Central	2,883	4,790	7,236	9,858
	South	12,070	19,666	29,415	42,521
Energy Demand (GWh)	North	63,623	107,753	165,719	237,472
	Central	15,579	26,057	39,837	54,919
	South	82,048	131,596	194,771	279,361
Load Factor	North	65%	65%	66%	67%
	Central	62%	62%	63%	64%
	South	78%	76%	76%	75%

出典：JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクトファイナルレポート

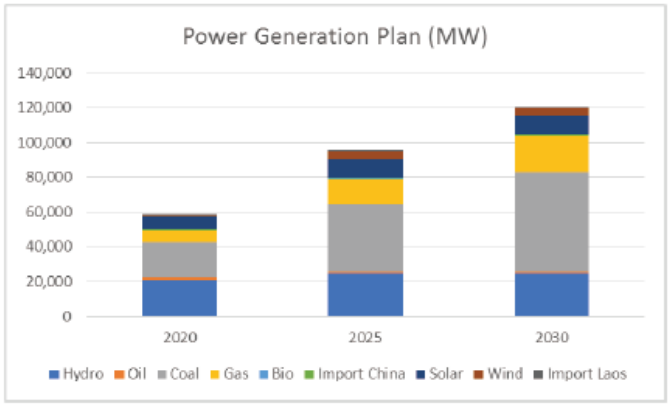
メコン河流域のラオス、カンボジアとの連系が想定されるベトナム中部、南部の 2030 年の最大電力

需要は 2020 年に比べほぼ倍増している計画となっており、北部と南部の需要が大きいことが分かる。

■ 電源開発計画

JICA MP プロジェクトで PDP8 について述べており、本調査では最新の PDP8 の電力開発計画を紹介する。

PDP8 に依れば、ベトナム全土とメコンデルタ地帯の発電設備容量は、それぞれ 2015 年の 37.2 GW と 3.9 GW から 2030 年に 132.6 GW と 25.11 GW となっている。ベトナムの電源構成を図 3.7.12 に示す。図に示す通り、今後のベトナムの電源構成の中で、水力発電の割合は他の電源に比べ相対的に減少し、火力発電の割合が増加する。増大する需要に対しては、火力発電（石炭、天然ガス）とラオスなどの近隣国からの電力輸入により対応する計画となっている。



出典：JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクトファイナルレポート、PDP8

図 3.7.12 ベトナムの電源構成の推移

■ ベトナムの 2020 年と 2030 年の電源開発計画を以下に示す。

表 3.7.5 ベトナムの電源構成（MW）

【2020 年】

2020	All	Northwest	Red River Delta	Northeast	North Central Coast	Central Highlands	South Central Coast	Southeast	Mekong Delta	Unknown	Total
Hydropower	1,320	7,580	0	1,126	1,890	4,798	2,589	796	0	0	20,099
Coal	0	0	4,680	7,085	3,300	0	4,200	282	5,804	0	25,351
Combined Cycle	0	0	0	0	0	0	0	5,471	2,382	0	7,853
Gas & Oil	0	0	0	0	400	0	0	774	693	0	1,867
Renewable	2,060	0	0	0	0	110	991	24	511	0	3,696
Nuclear	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Unknown	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	3,380	7,580	4,680	8,211	5,590	4,908	7,780	7,347	9,390	0	58,866

【2030 年】

2030	All	Mekong Delta	Southeast	South Central Coast	Central Highlands	North Central Coast	Northeast	Red River Delta	Northwest	Unknown	Total
Hydropower	1,320	0	996	4,749	5,098	1,950	1,231	0	8,562	0	23,906
Coal	0	18,524	282	7,500	0	14,100	9,780	7,680	0	0	57,866
Combined Cycle	0	4,632	5,471	7,500	0	0	0	0	0	0	17,603
Gas & Oil	0	1,443	774	750	0	400	0	0	0	0	3,367
Renewable	23,240	511	24	1,291	110	0	0	0	0	0	25,176
Nuclear	0	0	0	4,600	0	0	0	0	0	0	4,600
Unknown	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100
Total	24,560	25,110	7,547	26,390	5,208	16,450	11,011	7,680	8,562	100	132,618

出典：JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクトファイナルレポート

■ 電力需給バランス

JICA MP プロジェクトで推定されたベトナム北部、中部、南部の電力需給バランスを表 3.7.6 に示す。ここでは、最大需要として”Peak Demand”とし、供給力としては、乾季の水力発電所の出力減少などの厳しい状況を考慮し、設備容量に対して水力 60%、火力・原子力 80%、再生可能エネルギー30%に設定したもので、”Reduced Power Output”として示す。

表 3.7.6 ベトナムの最大電力需要と供給上厳しい条件での発電設備出力

（単位：MW）

		N	C	S	Total	
2015	Peak Demand	11,150	2,883	12,070	26,103	0%
	Reduced Power Output	10,544	6,779	8,434	25,757	-1%
	Affordability	-606	3,896	-3,636	-346	
2020	Peak Demand	18,812	4,790	19,666	43,268	0%
	Reduced Power Output	14,636	12,425	13,532	40,593	-6%
	Affordability	-4,176	7,635	-6,134	-2,676	
2025	Peak Demand	28,663	7,236	29,415	65,314	0%
	Reduced Power Output	17,773	26,267	22,905	66,945	2%
	Affordability	-10,890	19,031	-6,510	1,631	
2030	Peak Demand	40,704	9,858	42,521	93,083	0%
	Reduced Power Output	19,844	36,858	31,311	88,013	-5%
	Affordability	-20,860	27,000	-11,210	-5,070	

出典：JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクトファイナルレポート

上表の通り、2015 年では既に、北部と南部で電力不足が発生し、ベトナム国全体でも 346MW の不足が生じている。2030 年では、不足量が拡大し、北部で 20,860MW、南部で 11,210MW 不足する。不足分は、余力のある中部からの送電、中国やラオスからの電力輸入により賄われることになる。

■ 国際連系

ベトナムの系統は、中国、ラオス、カンボジアと連系している。2015 年及び 2016 年段階における各国との連系線を下表に示す。

表 3.7.7 ベトナムと隣国との連系線（2015 年および 2016 年）

既設の中国-ベトナム連系線

Projects	Voltage level	Pmax (in contract)	Pmax (2016)
Guman – Lao Cai	220kV	450 MW	300 MW
Malutang – Ha Giang	220kV	350 MW	230 MW

既設のラオス-ベトナム連系線

Projects	Voltage level	Pmax
Xekaman 3 – Thanh My	220kV	248 MW
Xekaman 1 – Pleiku 2	220kV	290 MW

既設のベトナム-カンボジア連系線

Projects	Voltage level	Pmax (in contract)	Pmax (2015)
Chau Doc – Takeo	220kV	200 MW	200 MW

出典：JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクトファイナルレポート

■ 電力輸出入計画

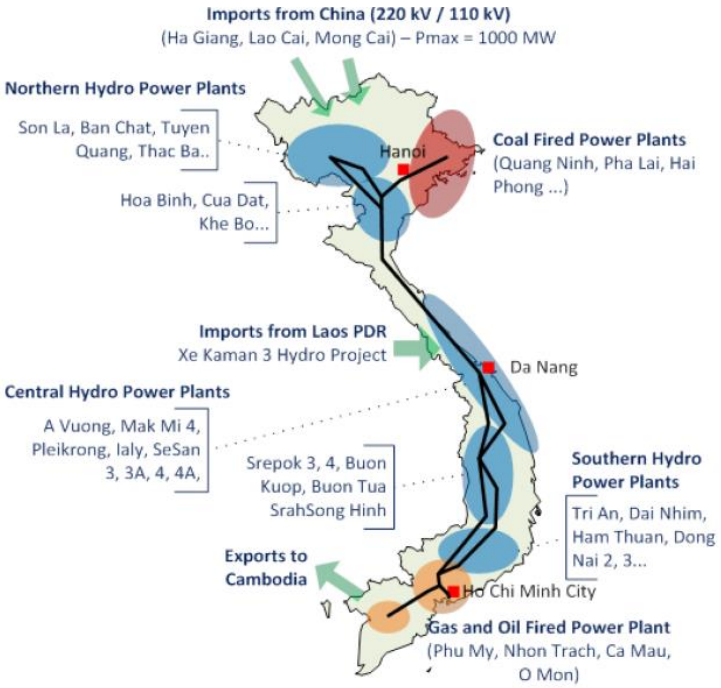
ベトナムの電力輸出入計画を下表に示す。

表 3.7.8 ラオス南部からベトナム中部への輸出入計画

No	Name of projects	Capacity (MW)	Energy generation (GWh)	Type of source	Progress of project	Planning year to purchase to Vietnam
III	**Connect to the Center Central**	**869**				
	Xekaman 3	250	980	Hydro	Operating	Purchased
	Xekaman 4	70	287	Hydro	Studying for development	2020
	Cum Xavanakhet	360	1048	Hydro	Studying for development	2021-2025
	Nam Emeun	129	427	Hydro	Studying for development	2021-2025
	Houay La Ngea	60	289	Hydro	Studying for development	2021-2025
	Wind Sekong (Moonsun)	600		Wind	Studying for development	2021-2025
	Baulapha coal thermal	1800		Coal thermal	MOU	Potential
IV	**Connect to the Highland**	**735**				
	Xekaman sanxay	32	131	Hydro	Operating	Purchased
	Xekaman1	290	1050	Hydro	Operating	Purchased
	Sekong3A	129	428	Hydro	Studying for development	2021-2025
	Sekong3B	146	434	Hydro	Studying for development	2021-2025
	Nam Ang	41	183	Hydro	Studying for development	2021-2025
	Nam Ngone 1	45	273	Hydro	MOU	2021-2025
	Nam Ngone 2	35	152	Hydro	MOU	2021-2025
	Houay Ka Ouy	17		Hydro	MOU	2021-2025
	Total	**4396**				

出典：JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクトファイナルレポート

また、世銀の報告書で紹介されている現状のベトナムの電力輸出入計画を図 3.7.13 で示す。



出典：IES, Nord Pool, “Greater Mekong Subregion Power Market Development, All Business Cases including the Integrated GMS Cases, Final Report for the World Bank,” 2019

図 3.7.13 ベトナム電力輸出入計画

3.7.4 タイ

■ ダム政策

タイにあるダムは 218 基あり、高さ 15m 以上のダムは 217 基ある。その 79%は高さ 30m未満で、全ダムの 92%はアースダムである。水力による発電出力は 2,846MW である。タイでは 1980 年から 2000 年までの 20 年間に 175 基が竣工しており、2000 年以降の建設は 12 ダムと少ない[42]。戦後作られたダムは殆どが王立灌漑局（RID）か、タイ電力公社（EGAT）が所有している。タイ東部のムン・チー川流域には、アースフィルダムで形成された灌漑用のため池が無数にある。1994 年に完成したパクムンダム（水力専用）に対する反対運動など、ダム建設に対する反対運動も起きている。最大のダム高さは 1964 年完成の Bhumibol ダムで 154m、堤頂長 486m の重力式・アーチの複合ダムであり、その総貯水容量は 135 億 m^3 である。

■ 電力・エネルギー政策

タイのエネルギー政策は、2008 年 12 月に発表された「Thailand's Energy Policy」を基礎とし、重点分野としてエネルギーセキュリティの強化、代替エネルギー導入の推進、適切なエネルギー価格維持のための監視、省エネの推進、環境保護に資するエネルギー生産、消費プロセスの推進が挙げられている。

タイのエネルギー省（Ministry of Energy）が電力・エネルギー政策を管轄し、その他にエネルギー規制委員会、国家エネルギー政策委員会、などの独立した委員会がある[43]。電力開発計画やエネルギー政策の立案はエネルギー省が担当し、閣議決定で承認される。

タイでは、国内の天然ガス田の生産量が頭打ちとなったことにより、天然ガス比率を下げ、再生可能エネルギー（隣国からの水力の購入含む）と石炭火力の比率を拡大しようとしている。

電力開発計画（PDP2015）におけるエネルギーの比率の計画値を表 3.7.9 に示す。

表 3.7.9 電力開発計画におけるエネルギー比率

Fuel	Percentage in 2014	Percentage in 2026	Percentage in 2036
Imported hydro power	7	10 - 15	15 – 20
Clean coal including lignite	20	20 - 25	20 – 25
Renewable energy including hydro	8	10 - 20	15 – 20
Natural gas	64	45 - 50	30 – 40
Nuclear	-	-	0 – 5
Diesel/Fuel oil	1	-	-

出典：Ministry of Energy, Thailand Power Development Plan 2015 -2036, (PDP2015)

[42] タイのダム事情、日本大ダム会議（http://jcold.or.jp/j/dam/dam_asia/dam_tailand/）
[43] Arthur D Little, "平成 29 年度電力市場環境調査、電力分野におけるグローバル化やデジタル化等の 競争力強化の方策に関する調査・分析、経済産業省"、2017 年

表に示す通り、天然ガスの比率は 2014 年の 64%から 2036 年の 30－40%に減少し、その分を電力輸入、石炭（クリーンコール）、再生可能エネルギー、原子力により賄おうとしているのが分かる。

■ 電力供給体制

タイの電力供給は、タイ発電公社（EGAT）が自社の発電と IPP や近隣諸国から電力を購入し、首都圏配電公社（MEA）、地方配電公社（PEA）および大口需要家に電力を供給している。エネルギー規制委員会（ERC）は、電力供給の規制・監視をおこなっている。2020 年 6 月の電力設備容量は以下の通りとなる。

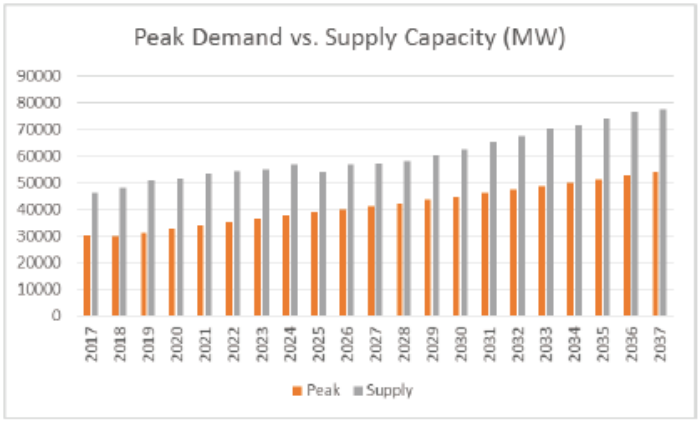
表 3.7.10 発電設備容量

Type of Power Plant	Generation Capacity as of Jun 2020	
	MW	%
EGAT's Power Plants		
- Thermal	3,687.00	7.97
- Combined cycle	8,262.00	17.86
- Renewable energy	3,055.43	6.61
- Diesel	30.40	0.07
- others	1,000.00	2.16
Total	**16,034.83**	**34.67**
Purchase		
Independent Power Producers	14,948.50	32.32
Small Power Producers	9,539.94	20.63
Import	5,720.60	12.38
Total Purchase	**30,209.04**	**65.33**
Grand Total	**46,243.87**	**100.00**

出典：EGAT （https://www.egat.co.th/en/information/statistical-data?view=article&layout=edit&id=80）

■ 電源開発計画

電力分野については、電源開発計画（Power Development Plan：PDP）で計画されており、最新版は 2018 年から 2037 年を対象期間とした PDP2018 となる。PDP2018 によると、電力需要（GWh）は 2027 年までは 3.76%/年、2018 年から 2037 年までは 2.83%の伸びと想定されている。電源開発計画は、再生可能エネルギーの積極的な導入と EMS、マイクログリットの最新技術を活用して、電源の開発投資を最小限に抑え電力供給システムの効率向上を図り、電気料金の低減を図ることとしている。PDP2018 における電力需給バランスを図 3.7.14 に示す。



出典：JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクトファイナルレポート

図 3.7.14　2037 年までの最大電力需要と設備容量

PDP2018 によると、2030 年における契約供給設備容量は 62,554 MW、2037 年で 77,211 MW である。最大電力需要と設備容量の比率は、2030 年で 1.4、2037 年で 1.42 となり、設備容量ベースでは最大需要に対し約 4 割ほどの余力がある。2030 年時点の設備容量を以下に示す。

Type	MW	%
EGAT Thermal	15,440	25
EGAT Renewable	5,093	8
IPP Thermal	20,983	33
SSP+VSP	13,529	22
Imported Power	7,509	12
Total	62,554	100

出典：JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクト
ファイナルレポート

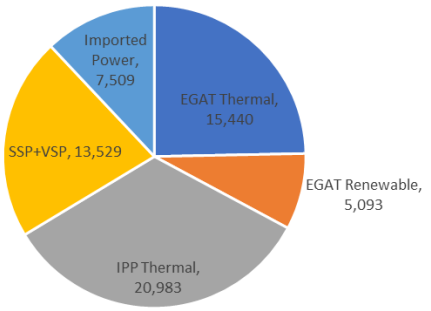


図 3.7.15　2030 年の設備容量

■ 電力輸入計画

PPA が結ばれているものは、4 プロジェクト（Xayaburi、Xe Pian – Xe Nam Noi、Nam Ngiep 1、Nam Theun1）で 2,357.3 MW である。2026 年以降は、隔年 700 MW、2037 年までに合計 3,500 MW を輸入する計画である。2026 年以降の電力に輸入分については、PPA は合意されておらず、具体的なプロジェクトは明確となっていない。PDP2018 にある電力輸入計画を次表に示す。

表 3.7.11　電力輸入計画

t	Capacity (MW)	COD	Remarks
Back to back with TNB	300	1990	Thermal
Theun Hinboun	434	1999	Reservoir, PPA extended
Nam Theun 2	948	2006	Reservoir, PPA 2031
Nam Ngum 2	597	2009	Reservoir
Hongsa Lignite	1473	2012	Thermal
Xayaburi	1220	2019	Run of river
Xe Pian – Xe Nam Noi	354	2019	Reservoir
Nam Ngiep 1	269	2019	Reservoir
Nam Theun 1	514.3	2022	Reservoir
Power Purchase	700 x 2	2026, 2028	

出典：JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクトファイナルレポート

■ 国際連系

タイは 230kV と 500kV の送電線で、連結されており、送電可能電力は 1,800MWとなる。これら超高圧送電線と別に 115kV と 22kV の送電電圧でも連系されている。タイはマレーシアと 300MWの容量を持つ高圧直流送電で電力融通を行っている。2010 年からは、115kV 送電線でカンボジアと電力を融通している。

今後は、中国、ミャンマー、カンボジアの電力輸入も計画されているが、具体的な数値は不明となっている。

表 3.7.12　タイの他国からの電力輸入計画

国名	Status	輸入量	
タイ-中国	MOU	3,000 MW	2017 年末まで
タイ - ミャンマー	MOU	不明	2020 年末まで
タイ-ラオス	MOU	9,000 MW	2016 年 9 月調印
	契約済	3,578 MW	
	建設中	1,848 MW	
タイ-カンボジア	MOU	不明	期限なし

出典：JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクトファイナルレポート

3.7.5　カンボジア

■ ダム政策

カンボジアで建設されているダムは 7 基あり、全てが発電専用である。一部灌漑用水供給も兼ねている。7 基のダムの内、EDC が所有するダムは 4 基で、他は中国資本の IPP が所有している。カンボジアのダム開発は、電力エネルギー政策に依存していると言える。一方で、カンボジア政府は、2030 年までメコン河本流でのダム開発を中止することを発表しており、本流のダム開発に対し慎重な姿勢を見せている。

■ 電力・エネルギー政策

カンボジアは 2010 年から実質 GDP 成長率 7%を維持し、高い経済成長を続けてきた。経済成長の伴い、電力需要も増加し、2009 年から 2018 年の 10 年間に、電力需要（電力量ベース）は約 19%の高い増加率を示した。結果、電力量の需要は 10 年間で 10 倍に増加し、電力需要の増加に合わせた電源の拡張と安定した品質の高い電力の供給、発電コストの抑制と電気料金の引き下げが喫緊の課題となっている。

カンボジアのエネルギー政策は、1994 年 10 月に発表された「エネルギー部門開発政策」（Cambodia's National Energy Sector Development Policy）を基本的な政策とし、その目標は、①全国に適正な料金でエネルギーを供給すること、②投資を促進し、経済発展を促すような適正な価格で、信頼性の高い電力供給を行うこと、③カンボジア経済に必要なエネルギー資源の探鉱及び環境と社会に優しいエネルギー資 源の開発を促進すること、④エネルギーの効率的な利用の促進とエネルギーの供給・消費によって生ずる環境負荷の最小化を図ること、の 4 点としている。このエネルギー政策は、現在も継続されている[44]。カンボジアの国家成長戦略は、2004 年に発表された「四辺形戦略」が国家戦略の軸となっており、2013 年に発表された第三次四辺形戦略（2014 年～2018 年）では、重点開発分野として、電源開発の更なる整備が掲げられている。

2014 年から 2018 年を対象とした国家開発戦略政策（NSDP）では、電源の拡張、売電価格の削減、政府の機能強化、エネルギーの更なる開発、を目標とし、８つの鍵となるエネルギーの政策目標を掲げた。電力分野に係わるエネルギー政策目標は以下の通りである[45]。

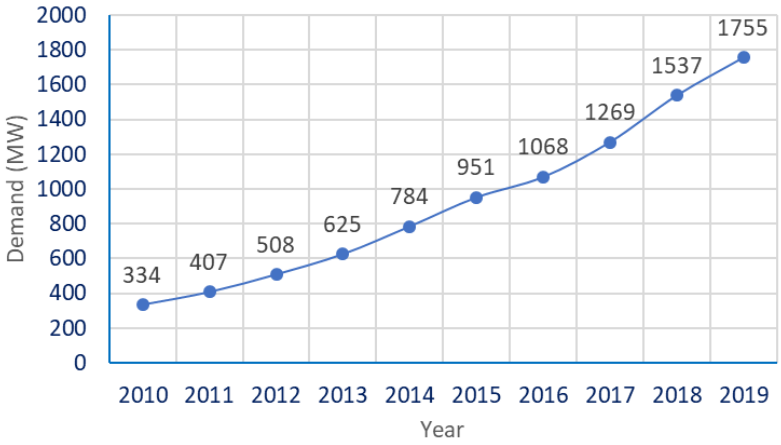
1) 新エネルギーやクリーンエネルギー分野において低コストで高い技術による発電の拡張、送電線の建設、電力の安全保障の確保、需要に応じた品質の高い電気の提供
2) 発送配電事業への民間部門による投資の促進
3) 2020 年までに村落電化率 100%という目標達成のための政策実施
4) 公正なアクセスを確保するため村落電化基金の支援
5) オフピーク時の電気料金引下げによる合理的な電力消費の推進
6) エネルギーセキュリティの確保及び経済発展に資する自国の石油・ガスの開発
7) エネルギー部門の組織強化と人材育成の推進
8) 国際的なエネルギー協力への積極的な参加

上記の通り、今後の電力需要増に対し電源の開発は維持するものの、エネルギーの安全保障の観点から、自国資源を活用した電源の拡張を目指すものと考えられる。

[44] 一般社団法人日本エネルギー総研、"平成 29 年国際エネルギー情勢調査諸外国のエネルギー政策動向に関する調査報告書"2018 年、経済産業省
[45] Cambodia, Energy Sector Assessment, Strategy and Road Map, ADB, December, 2018

■ 電力需要

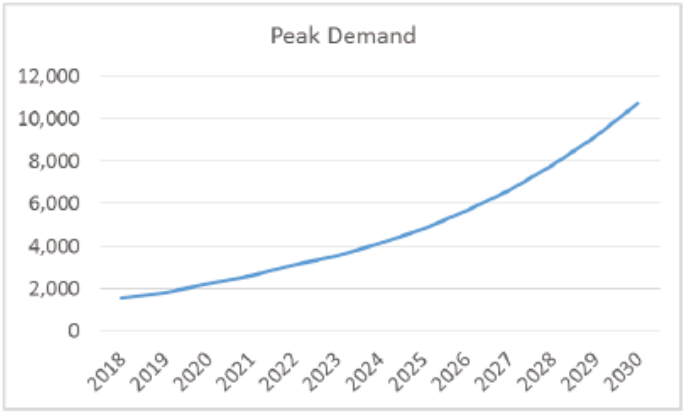
2010 年から 2018 年までの最大電力の需要の実績値を図 3.7.16 に示す[46]。



出典：渡壁徳大（鉱業エネルギー省エネルギー総局アドバイザー、JICA 専門家）、カンボジア国電力概況、2019 年 12 月

図 3.7.16 2010 年から 2019 年までの最大電力需要

上図の通り、最大電力需要は大きな割合で増加しており、2010 年から平均 20%の高い増加率で増加した。2018 年から 2030 年までの電力需要想定を以下に示す。



出典：JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクトファイナルレポート

図 3.7.17 2030 年までの最大電力需要

表 3.7.13 2030 年までの最大電力需要

Year	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Peak Demand Rainy	1,537	1,818	2,215	2,627	3,097	3,538	4,122
Growth Ratio		18.3%	21.8%	18.6%	17.9%	14.2%	16.5%
Year	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
Peak Demand Rainy	4,828	5,664	6,647	7,802	9,157	10,749	
Growth Ratio	17.1%	17.3%	17.4%	17.4%	17.4%	17.4%	

出典：JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクトファイナルレポート

[46] 渡壁徳大（鉱業エネルギー省エネルギー総局アドバイザー、JICA 専門家）、カンボジア国電力概況、2019 年 12 月

■ 電力供給体制

カンボジアでは 2001 年に電気法（Electricity Law）が施行され、発送電や電気利用に係わる電気事業全般の法が整備された。法の施行に伴い、電気事業の監督官庁として、Electricity Authority of Cambodia（EAC）が設立され、電気事業に係わるライセンスの発行を担うようになった。EAC が電力の効率的、持続的、安定的な供給のための規制機関であるのに対し、鉱業エネルギー省（Ministry of Mines and Energy）は、電力分野の政策立案、戦略、計画の策定を担っている。

電力供給はカンボジア電力公社（EDC）、IPP、民間/地方電気事業者が行っている。EDC は発電・送電（国家送電網対象）・配電の統合ライセンスを国内で唯一保有している公社である。EDC 以外の発電事業者は全て民間事業者となる。EDC は Phnom Penh 首都圏に加え、地方主要都市で電力を供給している。EDC の供給地域以外では、民間事業者が電力を供給している。この他、カンボジア 24 州都を除いた地方の電力供給は、主に地方電気事業者(Rural Electrification Enterprise, REE)が行っている。2017 年と 2018 年の電力供給は以下の通りとなる。

表 3.7.14 2017 年・2018 年の電力供給実績（事業者種別ごと）

		Number of Licensees operating		Installed Capacity, kW		Proportion of Installed Capacity in % for 2018	Energy Sent Out, Million kWh		Proportion of energy sent out in % for 2018
		End of Year 2017	End of Year 2018	End of Year 2017	End of Year 2018		End of Year 2017	End of Year 2018	
1	Independent Power Producers	21	19	1,734,414	2,048,954	93.69	6,534.85	8,047.50	98.47
2	Electricité du Cambodge	1	1	111,730	111,730	5.11	43.74	67.71	0.83
3	Other Licensees operating generation facility	19	10	31,466	26,310	1.20	55.10	57.06	0.70
Total		**41**	**30**	**1,877,610**	**2,186,994**	**100.00**	**6,633.69**	**8,172.27**	**100.00**

出典：EAC, Report on Power Sector of the Kingdom of Cambodia, Complied by Electricity Authority of Cambodia from Data for the Year 2018

表 3.7.15 2017 年・2018 年の電力供給実績（発電種別ごと）

No.	Type of Generation	Installed Capacity, kW		Proportion of Installed Capacity in % for 2018	Energy Sent Out, Million kWh		Proportion of Energy Sent Out in % for 2018
		End of Year 2017	End of Year 2018		Year 2017	Year 2018	
1	Hydropower	979,700	1,329,700	60.80	2,711.14	4,737.01	57.96
2	Diesel/HFO	295,140	266,824	12.20	289.67	299.31	3.66
3	Bio mass	28,570	29,270	1.34	59.24	63.63	0.78
4	Coal	564,200	551,200	25.20	3,569.01	3,056.56	37.40
5	Solar	10,000	10,000	0.46	4.63	15.75	0.19
	Total	**1,877,610**	**2,186,994**	**100.00**	**6,633.69**	**8,172.27**	**100.00**

出典：EAC, Report on Power Sector of the Kingdom of Cambodia, Complied by Electricity Authority of Cambodia from Data for the Year 2018

カンボジアの電力供給は水力が約半分を占めるため、乾季に出力が低下し電力不足になる課題がある。2019 年の乾季終盤の 3～5 月に、水力発電の発電能力が低下したため、電力不足となり大規模停電が発生した。カンボジアは、電力供給能力を増強するため、隣国タイ、ベトナム、ラオスからの電

力輸入と発電所の建設を相次いで進めており、電力の安定供給に努めている[47]。

■ 電源開発計画

2030 年までの発電計画を以下に示す。表に示す通り、ラオスから 700MW の水力（Don Sahong と Attapu 県の水力）とラオス Sekong の石炭火力から 2,400MW の輸入を計画している。また、300-600MW をタイから輸入する予定である。

表 3.7.16 カンボジアの発電計画

CEL II coal	135	end of 2019
EDC's HFO/LNG	400	2020
Import from Hydro in Lao Don Sahong and Attapeu	700	2020-2023
Coal at Oddor Meanchey	200	2021-2022
Solar Park	340	2020-2022
New Coal Power Pant	1400	2022-2025
Renewable, Solar Park, Wind, Biomass	580	2022-2030
Domestic Hydropower Plant	2600	2023-2030
New NG/CCGT Power Plant	4800	2027-2030
Imort from Laos Coal Mine at Sekong	2,400	2024-2027
Potential Import from Thailand via 230 kV Line	300-600	2022-2027

出典：JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクトファイナルレポート

2030 年までの電力需給バランスを表 3.7.17 に示す。

表 3.7.17 2019 年から 2030 年までのカンボジアの電力需給バランスの概要

Dry Season

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Fuel Oil	218	218	649	649	629	629	581	536	536	536	536	536	536
Import Via Distribution Line	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
Solar	10	75	235	555	615	615	615	615	715	815	1,015	1,415	1,615
Import via High Voltage	340	340	895	895	1,165	1,165	1,715	2,315	3,115	3,715	4,015	4,315	4,315
Hydro	531	399	531	531	531	563	563	563	691	691	839	1,034	1,613
Coal	485	477	640	740	1,190	1,540	1,890	2,240	2,240	2,240	2,240	2,240	2,240
Gas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	600	1,200	1,800	3,600
Biomass	14	14	30	30	130	130	130	130	130	130	130	130	130
Wind	0	0	0	0	0	0	80	80	80	80	80	80	80
Peak Demand Rainy	1,537	1,818	2,215	2,627	3,097	3,538	4,122	4,828	5,664	6,647	7,802	9,157	10,749

Rainy Season

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Fuel Oil	250	249	649	649	629	629	581	536	536	536	536	536	536
Import Via Distribution Line	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
Solar	10	75	235	555	615	615	615	615	715	815	1,015	1,415	1,615
Import via High Voltage	340	500	895	895	1,165	1,165	1,715	2,315	3,115	3,715	4,015	4,315	4,315
Hydro	531	531	531	531	531	563	563	563	691	691	839	1,034	1,613
Coal	485	640	640	740	1,190	1,540	1,890	2,240	2,240	2,240	2,240	2,240	2,240
Gas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	600	1,200	1,800	3,600
Biomass	30	30	30	30	130	130	130	130	130	130	130	130	130
Wind	0	0	0	0	0	0	80	80	80	80	80	80	80
Peak Demand Rainy	1,537	1,818	2,215	2,627	3,097	3,538	4,122	4,828	5,664	6,647	7,802	9,157	10,749

出典：RPTCC-26 JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクトファイナルレポート

■ 国際連系

2019 年の国際連系線の接続状況を以下の表に示す。

[47] JETRO, “電力不足の回避に向け発電能力増強が活発化” (https://www.jetro.go.jp/biznews/2020/01/39d06aba37c6faab.html)

表 3.7.18　現状の国際連系線

国	タイ	ベトナム	ラオス
現状	22 kV 配電線 7 ヶ所 115 kV 2007 年	22 kV、35 kV 配電線 19 ヶ所 230 kV 2009 年	22 kV 配電線 2 ヶ所 115 kV
要請	22 kV、35 kV 配電線 7 ヶ所	22 kV、35 kV 配電線 3 ヶ所	いくつか要請あり
建設中			500 kV（1st stage 230 kV）2020-2021 建設中

出典：JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクトファイナルレポート

RPTCC-26 会議資料では、以下の通り電力輸入が合意されたことを公表した。

- Agreement on Energy Cooperation between the RGC and Lao PDR が、2019 年 9 月 12 日 に両国大臣にて調印。
- PPA 500 MW EDC と EDL、 2019 年 9 月 12 日
- PPA 600 MW EDC と TSBP Sekong Power and Mineral Company Limited、 2019 年 9 月 12 日
- PPA 1,800 MW EDC と Xekong Thermal Power Pant Company Limited、 2019 年 9 月 12 日

3.7.6　ミャンマー

■　<u>ダム政策</u>

ミャンマーでは、2017 年時点で 255 基のダム（メコン河流域外）が建設されており、その内 241 基が灌漑水利用管理局が所有する灌漑用のダムとなり、11 基は電力エネルギー省もしくは IPP が所有する発電専用ダム、３基が上水供給用のダムとなる。灌漑用のダムは殆どがアースダムで軍事政権下の 1990 年から 2010 年に建設されたものが多い。水力ダムの 11 基の内２基は、中国資本により建設された Shweli I と Depein 水力で、共に中国へ向け電力を輸出している。

2009 年、中国への電力輸出を主な目的として Myitsone Dam（発電設備容量 6,000MW）が、中国企業とミャンマー政府の合弁企業によりイラワジ川に計画された。しかし、住民の反対運動により計画はとん挫している。

ミャンマーでは、民間による発電専用ダムの建設は、売電契約の制度が十分に整備されていないなどの課題もあり、開発が進んでいない。

■　<u>電力・エネルギー政策</u>

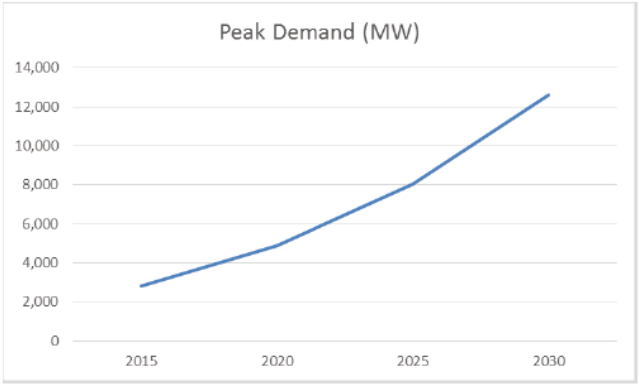
ミャンマーの電力・エネルギー政策は、2014 年に策定された国家エネルギー方針（National Energy Policy）を基本とし、9 つの方針を掲げている。その主なものは、短期・長期の総合エネルギー開発計画の立案、民間部門の参入促進、エネルギーに係わる体系的な統計、地域住民への便益の共有、再生可能エネルギーの開発、エネルギー効率向上と省エネルギーの促進、研究機関の設立、国際協力の促進、エネルギーの適正な価格、となる。ミャンマーは、北部に水力資源が豊富にあり、南部は火力発

電が多い。ミャンマーの輸出用の発電所は、Shweli I 水力発電所（600MW）及び Dapain 水力発電所（240MW）であり、ともに中国に向けた輸出を行っている。

ミャンマーに対する電力輸入は、中国からの輸入やタイ経由での安価で安定した電力の輸入の効果が高いことが期待される。特にタイからの輸入地点は比較的ヤンゴンに近いため、送電線整備がしやすく、ラオスからの安価な電力と組み合わせれば、経済性も高いと考えられる。また、ラオスから直接ミャンマーへ送電する計画をラオスと協議中、とのことである[48]。

■ 電力需要想定

ミャンマーの電力需要は年間 10%から 20%の高い割合で増加してきた。JICA 電力開発計画能力向上プロジェクト（2017 年 12 月）では、GDP 成長率を基にしたマクロ分析から最大需要を想定している。最大需要の想定を以下に示す。2020 年では、4,876MW、2030 年では 12,611MW と想定されている。



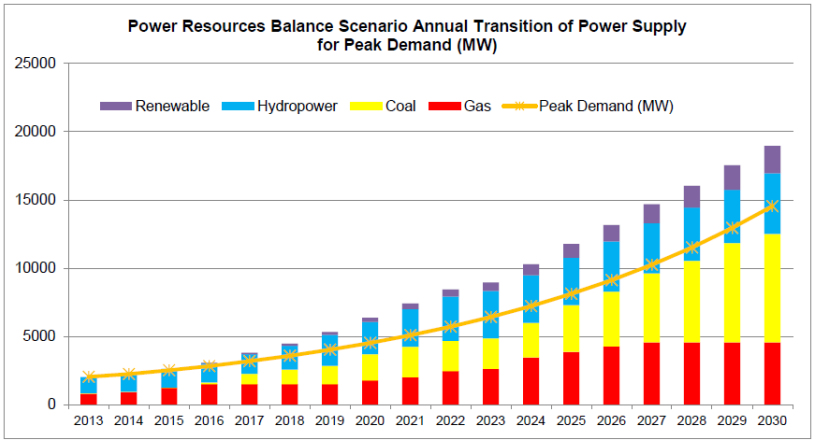
出典：JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクトファイナルレポート

図 3.7.18 最大電力需要想定

■ 電源開発計画

2017 年時点ではミャンマーの設備容量は 5,390 MW でその内 433 MW は中国への輸出専用となる。国内向けの設備容量は 4,957 MW で、2017 年の最大需要（3,189 MW）に対し余力があるように見えるが、水力発電の比率が半分以上を占め、需要地と発電所が集中する北部をつなぐ送電線の容量から供給力の不足が懸念されている（JICA ラオス電力 MP2020）。JICA 電力開発計画能力向上プロジェクトで示された 2030 年までの電源開発計画を下図に示す。2030 年には最大需要 14,542MW に対し、水力 4,450MW、再生可能エネルギーは 3,824MW、その他は石炭と天然ガスによる火力発電である。

[48] JICA、ラオス国電力系統マスタープラン策定プロジェクト、2020 年 2 月



出典：JICA 電力開発計画能力向上プロジェクト

図 3.7.19　将来の電力需給バランス

■　電力輸入計画

ミャンマーには、輸出用に Shweli 水力と Dapain 水力の 2 つの輸出用水力発電所があり、いずれも中国に電力を輸出している。両発電所の 2015 年と 2016 年の実績を示す。

表 3.7.19　ミャンマーの電力輸出用水力発電所（既設）

No	Name of export	Voltage (kV)	2015		2016		Export to
			GWh	MW	GWh	MW	
1	Shweli (1)	220	517.089	200	377.354	200	china
2	Dapain (1)	500	888.442	233	934.062	233	China

出典：JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクトファイナルレポート

RPTCC-26 によれば、ラオス、中国との電力輸出入の協議が進んでいるとのことである。

3.7.7　流域各国の電力政策のまとめ

■　電力需給の現況

ラオス電力 MP プロジェクトでメコン河流域各国を含めた GMS 国の電力の状況がまとめられており、表 3.7.20 に示す。

表 3.7.20　GMS 各国の電力の状況

項目	タイ	ベトナム	ミャンマー	カンボジア	ラオス
需要規模	40 GW	41 GW	4 GW	2 GW	1 GW
既設電源規模[*1]	41 GW	57 GW	5.4 (0.4)[*2] GW	2.2 GW	10 (6.6) GW
国内の現状の電源構成	火力主	水力 40%/火力 50%	北部―水力 南部―火力	水力 50% 火力	水力
広域連系の枠組みの中の位置づけ	需要地	需要地	南部-需要地 北部-電源	需要地	電源

項目	タイ	ベトナム	ミャンマー	カンボジア	ラオス
電力系統の整備状況	需要の増加率3%と低い	需要増加	需要急増により緊急電源のニーズあり	需要急増により緊急電源のニーズあり	雨季水力の余剰
	500 kV グリッド	500 kV グリッド	500 kV グリッド建設中	230 kV	230 kV
今後の整備	国内 500 kV 整備	国内 500 kV 整備 急激に増加した太陽光への対応（地域系 統増強）	国内 500 kV 整備 国内系統整備 要	国内系統整備 要	北部 500 kV 整備 国内系統整備 要
系統運用	周波数調整実施	周波数調整実施	周波数調整（変動が大きく 不十分）	周波数調整なし（ベトナムと同期）	周波数調整なし（タイと同期）
グリッドコード	あり 遵守されている	あり 遵守されている	なし	なし	EDL にあり 遵守されていない
太陽光の設置状況	地域供給用の太陽光の増加	ここ 1～2 年で太陽光 10 GW 設置	0.2 GW の計画	小	

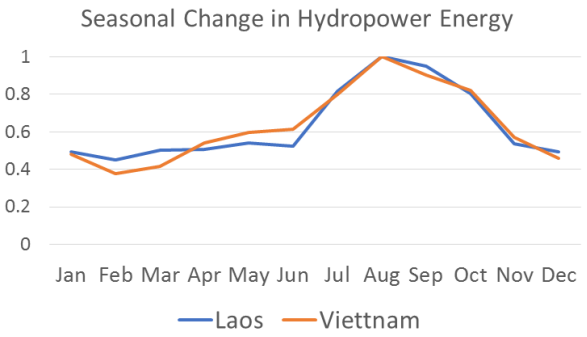
*1: タイは 2020 年、ベトナムは PDP8 の 2020 年の推定値、カンボジアは 2018 年末、ラオスは 2019 年、ミャンマーは 2017 年末の推定値
*2: カッコ内の数値は既設電源規模の内、輸出専用の発電容量を示す。
出典：「JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクトファイナルレポート」を基に調査団編集

同報告書によれば、GMS 各国の電力事情としては以下の通り総括している（一部調査団追記）。

1) ミャンマー、カンボジアは需要の急増により緊急の電源のニーズがあり、将来も新規の電源が引き続き必要となる。
2) タイは需要が飽和してきており、伸び率は 3%と低く、新規の電源による供給力はそれほど多くは無い。したがって、タイに送電するラオスの余剰電力の活用方法としては、タイの火力の焚き減らし、もしくはタイから、ミャンマー、カンボジアへ送電されることとなる。
3) カンボジアは、乾季の電力不足の経験から、水力に頼る電源構成から火力主体の構成に移行し、ラオスの石炭火力に期待している。
4) ミャンマーは、需要の急増により現在ガスタービン、LNG などの緊急電源を募集している。また。大規模火力の計画がいくつかあるが、港湾整備のコスト、燃料費などにより、ミャンマーの火力は発電原価が高いと考えられ、将来は、経済的な水力の電力を北部から送電する計画である。
5) ベトナムは、供給力が需要を大幅に超過しているが、太陽光や風力などの不安定な再生可能エネルギーが電力供給に占める割合は約 1 割に達し、雨季乾季の出力差が大きい水力が約 4 割を占めている。不安定な再生可能エネルギーに対し貯水池式水力が調整を行ってきたが、貯水池式水力の容量は 2030 年には不足する。水力発電所の雨季乾季の出力差が大きいため、乾季の発電可能量が減少し、不足分は中国、ラオスからの電力輸入より賄う必要がある。

中国は堅実な GDP の伸びによる電力需要の高まりに応じ、大型水力を含めた再生可能エネルギーの電源開発が推進されていくと見られる。ただし、メコン河本川上流のみに着目すれば水力の開発ポテンシャルは概ね開発しつくされているため、今後の水力開発は限定的と考えられる。

上記 3)、5)で述べた雨季乾季の出力差が大きい点は、雨季乾季の明瞭なモンスーン気候下のインドシナ半島の特徴であり、水力の比率が高いベトナム、ミャンマー、カンボジア、ラオスでは電力供給が受ける影響は大きい。ラオスとベトナムの出力変動を次図に示す。図に示す通り、雨季の 8 月の出力に比べ、乾季の出力は半分程度に落ち込むことが分かる。電力供給に占める水力の比率が高く、設備容量と電力需要が拮抗しているミャンマー、カンボジアは電力不足が起きやすく、供給予備率を高め、乾季の供給能力に余力を持たせる必要がある。

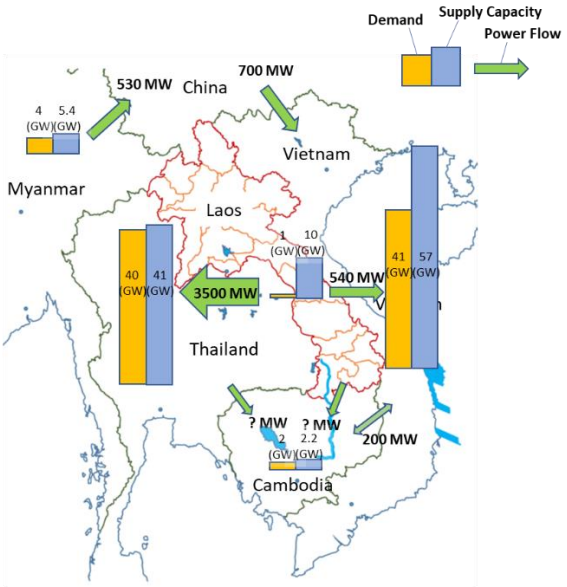


出典：JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクト、ワークショップ資料

図 3.7.20　ラオスとベトナムにおける雨季乾季の出力変動比

■　電力融通の状況

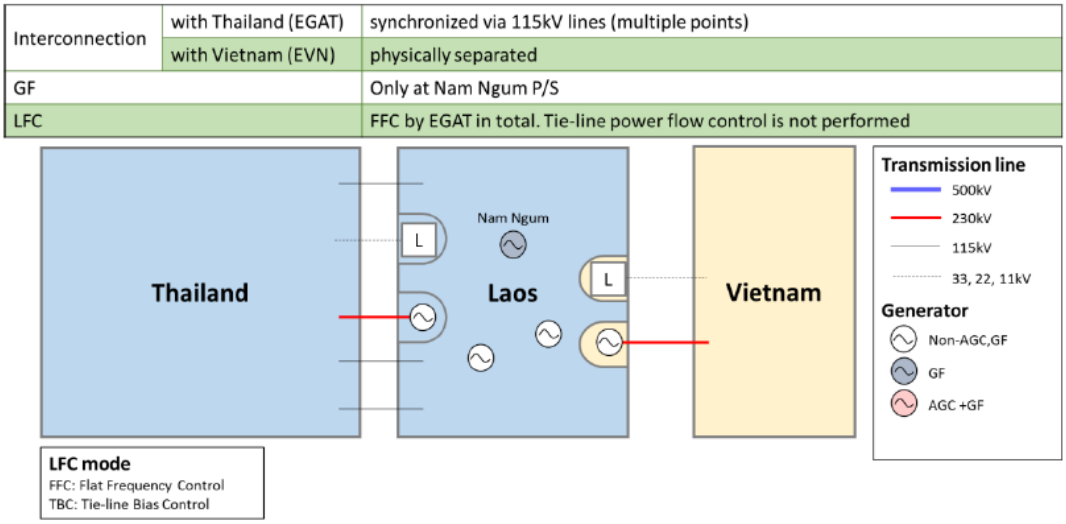
メコン河沿岸各国の電力状況は、電力需給と系統規模の大きいタイとベトナムの間を、電力需給規模と系統が小さいラオス、カンボジアが挟まれている状況にある。間に挟まれたラオスは、タイを中心に電力輸出を行い、ベトナムにも電力を輸出している。メコン河沿岸各国の電力融通の現況について、JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクトの結果を基に、次図のようにまとめた。図では、各国の電力需要と供給能力も合わせて示す。図では、配電網レベルの融通は割愛している。



出典：JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクトを基に調査団作成

図 3.7.21　メコン河沿岸国の電力融通の状況

ラオスはタイ、ベトナムに主に電力を輸出しているが、系統はタイと同期している。ベトナム向けの発電所はラオスの系統に接続せず、直接ベトナムに送電している。タイ-ラオス-ベトナムの電力融通の状況の模式図を次図で示す。

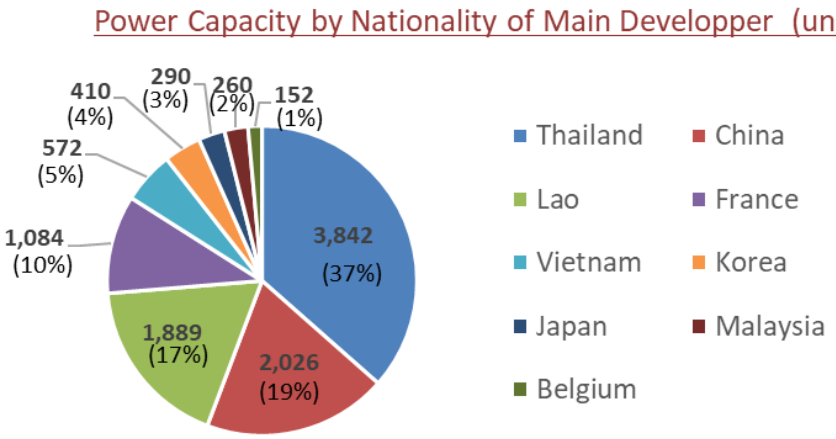


出典：JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクトを基に調査団作成

図 3.7.22　タイ- ラオス - ベトナムの国際連系の現状

■　ラオス電力投資の主体

ラオス国内で運用・建設中の水力発電所の設備容量を国籍別に整理したものを次図に示す。

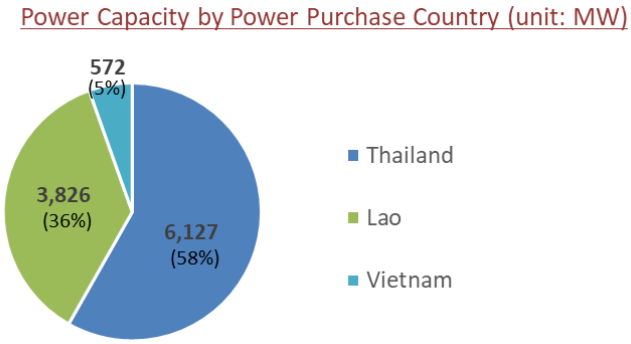


出典：JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクトファイナルレポート、MEM

図 3.7.23　ラオスの水力開発事業者の国籍と設備容量

上図より、ラオスの電力開発はタイ、中国、ラオスの企業（国営含む）によるものが主体であり、タイの事業者による発電所の容量は約４割を占め、中国資本が２割、ラオス資本は約２割程度となる。これら３か国で約７割を占め、その他に、フランス、韓国、日本、マレーシア、ベルギーなど、様々な国籍の事業者がラオスの水力事業に投資していることが分かる。

これら水力発電事業の売電先は、タイ、ラオス、ベトナムの３か国に絞られる。ラオス国内の水力発電所の売電先の内訳を次図に示す。

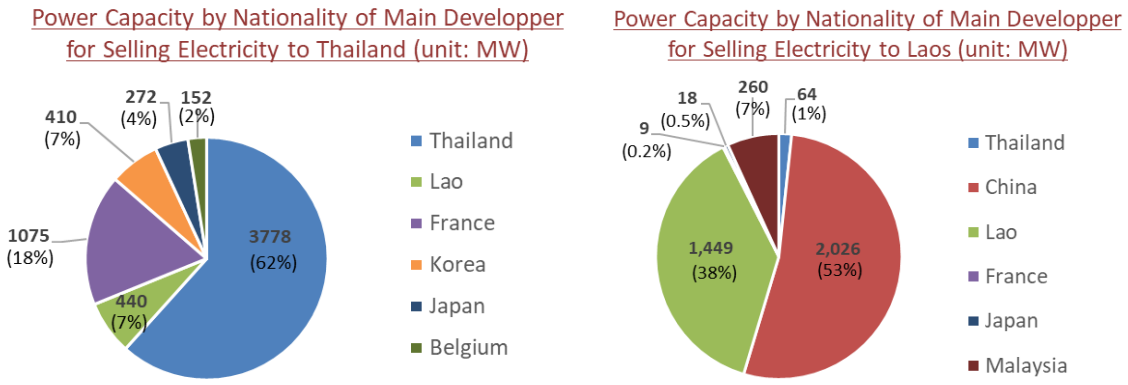


出典：JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクトファイナルレポート、MEM

図 3.7.24　ラオスの水力発電の売電先内訳

上図に示す通り、ラオスの水力発電の売電先はタイが約６割を占め、３割弱がラオス国内、残り約５％がベトナムとなる。

売電先ごとの主要な開発企業を見ると、ベトナム輸出向けの電源開発は、ほぼすべてがベトナム資本の企業が主体となっており、タイ輸出向けとラオス国内向けでは、主要な国籍の構成は異なる。次図に、タイ・ラオス国内向けの電力開発の主たる事業者を国籍毎に整理したものを示す。



出典：JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクトファイナルレポート、MEM

図 3.7.25　ラオスの水力発電の売電先（タイ・ラオス）ごとの開発業者の国籍の内訳

図に示す通り、タイ輸出向けの電源開発は、タイ資本の企業が６割を占め、他にラオス、フランス、韓国、日本など様々な事業者が関与している。ラオス国内向けの電力開発は、中国企業によるものが半数を占め、残り約４割弱についてはEDLとラオスの企業が開発を担っている。ラオス企業による開発は、15MW以下を対象にした小水力が多く、ラオスの建設会社が事業主体となっているケースが多い。

タイは、開発主体であり、受益者でもあるため、ラオスの水力開発による越境影響はタイ側が自主的に規制を行うなどの配慮が必要であろう。また、ラオス国内向けの水力開発については、中国とラオスの企業でおよそ９割を占める。ラオス政府による環境規制の強化や、MLC等を通じた中国企業への越境環境への配慮の働きかけが効果的と考える。ベトナムについては、現状ではラオス国内における水力投資は全体の5%程度にとどまるが、2030年までに5,000MWをラオスから輸入するMOUをラオス政府と結んでおり、今後ラオスからの電力輸入が増加する可能性がある。ベトナムは、タイと同じく水力発電の開発主体であり、受益者でもあるが、同時にメコンデルタへの影響で見られる被害者でもある。ラオスの水力開発によるベトナムへの越境影響については、ベトナム側でも自主的に越境環境影響を評価し、対策を実施するなどの配慮が必要である。

3.7.8　GMS 広域連系計画

GMS広域連系計画については、JICA、ADB、WBなどが調査・検討を実施してきた。最新のGMS広域連携計画について、JICAラオス国電力MPプロジェクトでまとめられており、ここでは、同調査でまとめられたGMS広域連系計画の概要を述べる。

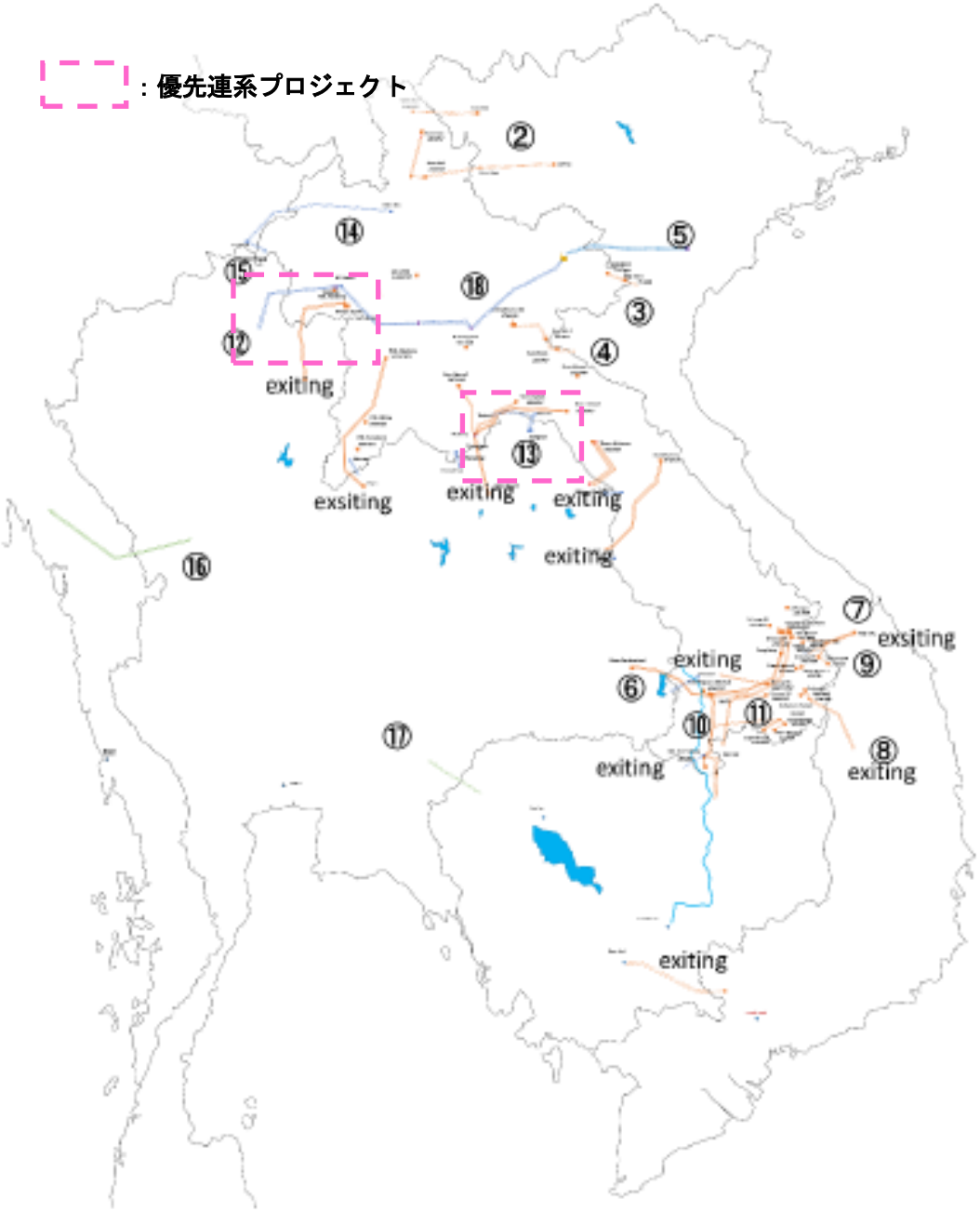
■　JICA 調査における GMS 広域連系拡大に向けた提案

JICAが2020年に実施した“ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクト”では、将来、タイ-ラオス-カンボジア-ベトナムの系統同士が連系されることを目標として、目標に至るまでの連系線整備のロードマップを策定した。具体的には、次図に示す国際連系線の候補について電源需給シミュレーションを実施し、連系線整備の優先順位付けを行っている。

ロードマップでは、現状、2030 年、2035 年の計画年までに建設すべき連系線を取り上げている。検討の結果、優先プロジェクトとして、次図中にある⑫と⑬の連系線、すなわち、⑫タイとラオスの電力系統間に、ラオス北部の Pakbeng 水力からの電力を輸出するための 500 kV 送電線の新設、及び⑬両国系統の同期連系・発電案程度を強化するための 230 kV Thabok – Pakxan – Bungkan（EGAT）を送電線の新設、を実現し、両国の System-to-System の連系強化を図ることを提案している。詳細な連系線整備のロードマップは、同報告書に掲載されている。

同報告書では、広域連系のロードマップを見据え、以下の協力候補案件を提案している。

- ✓ 給電指令・系統運用等の実務面の能力強化
- ✓ 系統運用に関する電力インフラ整備の在り方の検討（電力品質を保つための調査等）
- ✓ ラオス北部-タイ間の連系の拡張
- ✓ 財務管理の協力（財務状況が悪化している EDL に対する財務管理の支援）



出典：JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクトファイナルレポート

図 3.7.26　検討対象となる国際連系線

■ ADB の調査における GMS 計画の概要

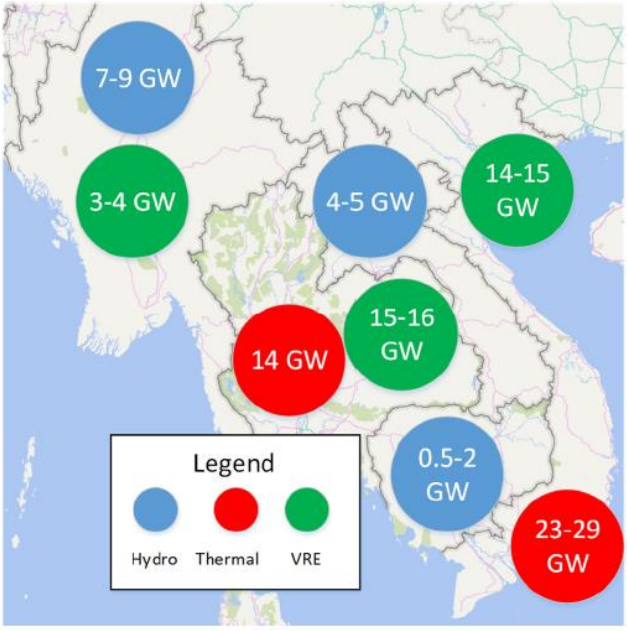
ADB は、GMS の経済協力の一環として、GMS のエネルギー協力を 1992 年に開始した。なお、GMS は、カンボジア、ラオス、ミャンマー、タイ、ベトナム及び中国（雲南及び広西チワン族自治区）を指す。ADB による、GMS の広域連系計画は以下の通りとなる。

1) Subregional Energy Sector Study for the GMNS, RETA5535 (Norconsult, 1993)
2) Regional indicative Master Plan on Power Interconnection (ADB RETA 5920, Norsonult, 2002)

3) Building a Sustainable Energy Future: the GMS (ADB, 2009)
4) Update of the Regional Indicative Master Plan on Power Interconnection (RTE International, etc ADB TA6440)
5) Regional Power Master Plan,. Harmonizing the Greater Mekong Sub region (GMSS) Power Systems to Facilitate Regional Power Trade（ADB, 2020）

上記の通り、ADB はこれまで GMS を対象として電力融通の調査・検討を多く実施してきた。ここでは、2020 年に実施された“Regional Power Master Plan, Harmonizing the Greater Mekong Sub region (GMSS) Power Systems to Facilitate Regional Power Trade”について、概要の説明を行う[49]。

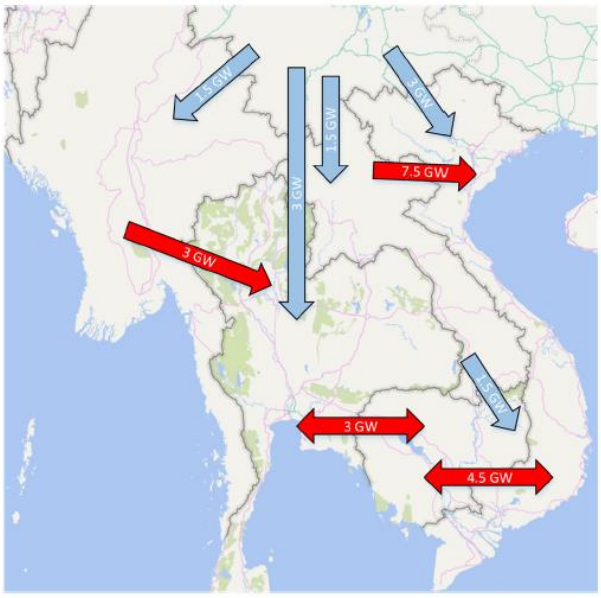
同調査では、2022 年から 2035 年にかけて GMS 域内系統の需給シミュレーションを実施し、域内の最適電源計画、優先度の高い連系送電線を検討している。結果、新規電源として水力発電所は、ミャンマー北部に 7-9GW、ラオス北部に 4-5GW 開発し、大型火力によりタイで 14GW、ベトナムで 23-29GW、再生可能エネルギーとしてミャンマー3-4GW、タイ 15-16GW、ベトナムで 14-15GW の新規電源開発が最適とされた。発電された電力をつなぐ連系線として、ミャンマー～タイ、ラオス～ベトナム、タイ～カンボジア～ベトナムが最優先の連系線として選定され、その他、最適な連系線としてラオス～カンボジア、中国からミャンマー、タイ、ラオス、ベトナムへの連系が選定された。同調査で選定された電源開発計画と、連系計画をそれぞれ示す。



出典：RPTCC-26 Presentation Material

図 3.7.27　ADB 調査で選定された新規最適電源開発案

[49] JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクトファイナルレポート、2020 年 2 月



出典：RPTCC-26 Presentation Material

図 3.7.28　ADB 調査で選定された広域連系線

■ 世銀の調査における GMS 計画の概要

- Power Trade Strategy Study (WB, 1999)
- Greater Mekong Subregion Power Market Development (IES, Nordpol, WB, 2019)

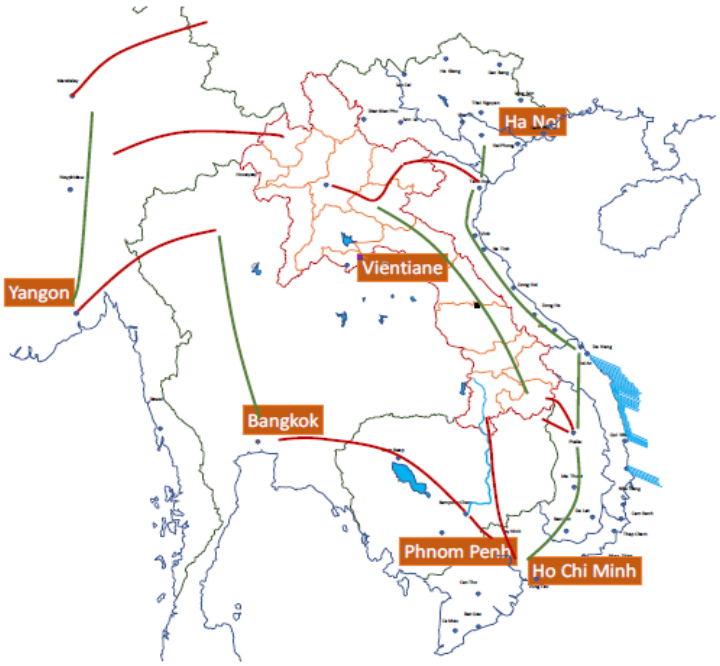
世銀の調査の中で、世銀がコンサルタントを傭上して調査を行っている「GMS Power Market Development」プロジェクトで、GMS の広域連系候補を、それぞれがもたらす経済便益を基に比較検討している[50]。検討の結果、GMS 連系線の拡張計画を提示している。GMS 連系線の拡張計画を以下に示す。

表 3.7.21　GMS 連系線の拡張計画

Period	Priority Business Case Augmentation	From Region	To Region	Expansion From (MW)	Expansion To (MW)	Estimated Cost* ($m)
2022-24	✓	Lao PDR (South)	Viet Nam (Central)	0	1200	154
		Cambodia	Viet Nam (South)	200	470	29
	✓	Lao PDR (North)	Myanmar (North)	0	1100	466
2025-27	✓	Lao PDR (North)	Viet Nam (North)	0	1400	365
	✓	Myanmar (Mandalay)	PRC	0	800	168
	✓	Myanmar	Thailand	0	670	163
	✓	Lao PDR (South)	Viet Nam (South)	0	1700	385
		Cambodia	Viet Nam (Central)	0	250	63
		Thailand (Central)	Cambodia	80	270	101
2028-30	✓	Myanmar	Thailand (North)	670	1550	215
		Lao PDR (South)	Viet Nam (Central)	1200	1400	31
		Lao PDR (South)	Viet Nam (South)	1700	2000	62
	✓	Lao PDR (North)	Viet Nam (North)	1400	2400	255
Beyond 2030	✓	Lao PDR (South)	Viet Nam (Central)	1400	2000	79
	✓	Myanmar	Thailand (North)	1550	2000	111
	✓	Lao PDR (North)	Myanmar (North)	1100	2000	373
	✓	Myanmar (Mandalay)	PRC	800	1000	30
		Thailand (Central)	Cambodia	270	730	252
		Cambodia	Viet Nam (South)	470	600	14

出典：Greater Mekong Subregion Power Market Development (IES, Nordpol, WB, 2019)

50



出典：JICA ラオス電力系統 MP 策定プロジェクト

図 3.7.29　世銀調査で選定された広域連系線

■　中国南方電網（CSG）の近隣諸国との電力融通構造

CSG では、ラオスの系統計画を策定している。2019 年 11 月の RPTCC で CSG が発表した中国と諸国との電力融通の経路の構想を下図に示す。

出典：JICA ラオス電力系統 MP 策定プロジェクト

図 3.7.30　中国と GMS 諸国との電力融通構想

3.8 ESG投資と水力開発

3.8.1 ESG 投資とは

ESG 投資は、従来の財務情報だけでなく、環境（Environment）・社会（Social）・ガバナンス（Governance）要素も考慮した投資のことを指す。ESG 投資の起源としては買い手・売り手・世間の三者への配慮を説いた江戸時代の近江商人の経営理念である「三方よし」や、宗教観に基づいた 1900 年代初頭の欧米のアルコールやタバコへの投資の禁止など様々なものがあるが、ESG が本格的に普及するきっかけになったのは 2006 年に国連環境計画・金融イニシアティブ（UNEP FI）と国連グローバル・コンパクトが連携して提唱した「責任投資原則」(PRI: Principles for Responsible Investment)である。その後、この投資原則と地球温暖化に関わるパリ協定、2015 年に国連サミットで合意された Sustainable Development Goals（SDGs-持続可能な開発目標）、サーキュラーエコノミーへの動き、サプライチェーンにおける児童労働やその他の人権問題への意識の変化、生物多様性やブルーエコノミーに関わる動向などとの接点がいろいろな形で模索され、ESG 投資は非常に幅広いものへと進化している。

本章では特にメコン河の水力開発に投資するアクターが、水力開発に関わる ESG の課題、すなわち前章までに説明してきた様々な環境問題や社会影響、そしてそれらに関連して起こる事業の中断や買電契約への影響などを、中長期的な投資リスクやレピュテーションリスクの視点からどのように判断し、それらを回避するために環境社会配慮を促進したり、ESG の側面から問題のある事業への投資を抑制したりする可能性があるかについて考察する。

3.8.2 ESG 投資の傾向とアプローチ

(1) ESG 投資の傾向

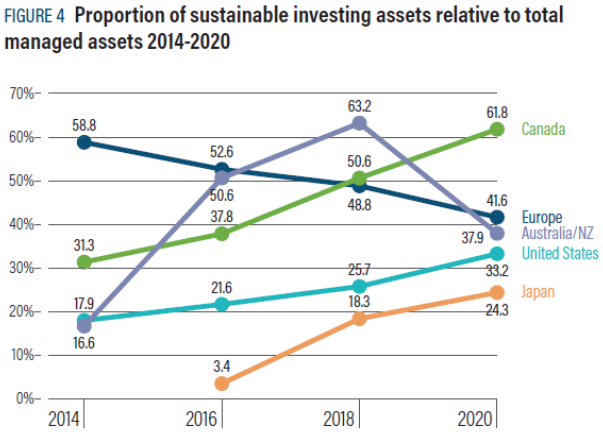
表 3.8.1 に ESG 投資の国際動向をフォローしている Global Sustainable Investment Alliance (GSIA)がまとめた西側諸国の ESG 投資額を、また図 3.8.1 に全投資のうち ESG 投資の占める割合を示す。

表 3.8.1 西側諸国の ESG 投資額

FIGURE 1 **Snapshot of global sustainable investing assets, 2016-2018-2020 (USD billions)**

REGION	2016	2018	2020
Europe*	12,040	14,075	12,017
United States	8,723	11,995	17,081
Canada	1,086	1,699	2,423
Australasia*	516	734	906
Japan	474	2,180	2,874
Total (USD billions)	**22,839**	**30,683**	**35,301**

出典：GSIA (2021) Global Sustainable Investment Review 2020



出典：GSIA (2021) Global Sustainable Investment Review 2020

図 3.8.1　全投資額に占める ESG 投資の割合

欧米では全投資の 30-60%が ESG 投資となっており、投資の世界では ESG の側面を考慮した意思決定が既に広く浸透していることがわかる。図 3.8.1 によれば日本、米国、カナダでは ESG 投資の割合が増加しているのに対し、欧州の割合は減っているが、これは欧州における ESG 投資が減っているのではなく、欧州の ESG に関わる基準の改定によって以前に ESG 投資と認識されていた投資が近年には ESG 投資のカテゴリーに入らなくなってきているためである。このように ESG に共通の基準があるわけではなく、ESG 投資の概念がどんどん変化していることにも留意が必要である。

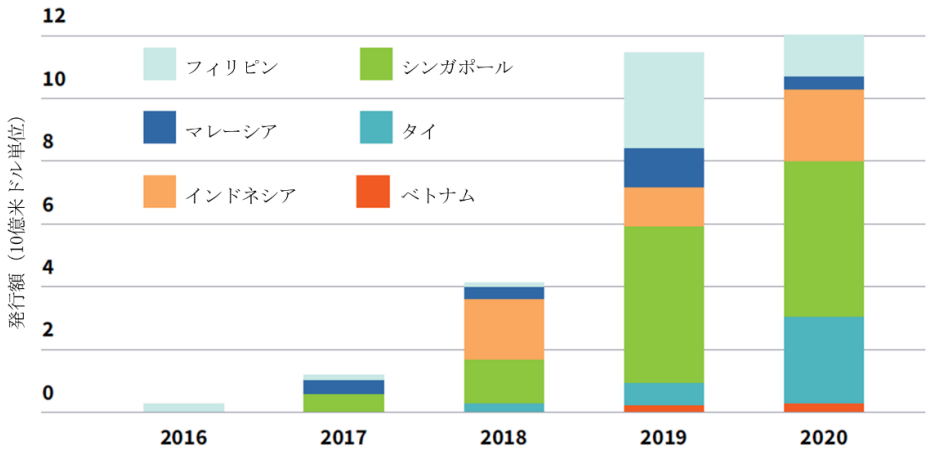
ASEAN 地域は近年経済成長が著しい地域であり，2020 年 ASEAN 諸国の GDP は約 3.1 兆米ドルになっている。沿岸部に人口が集中し，農業にも依存し、気候変動に大きく影響されることもあり，近年 ASEAN は持続可能な金融（Sustainable finance）に注目している。2017 年 11 月に ACMF（ASEAN Capital Markets Forum）[51]は当組織始めての持続可能な金融への取り組みとして，ASEAN Green Bond Standards（以下 ASEAN GBS）を発表した。その後，2018 年 10 月に，ASEAN Social Bond Standards（以下 ASEAN SBS）と ASEAN Sustainable Bond Standards（以下 ASEAN SUS）も発表された。表 3.8.2 のとおり，ASEAN 諸国も自国のグリーンボンドに関する政策を打ち出している。 図 3.8.2 に示すように，近年 ASEAN 諸国のグリーン，ソーシャル，サステナビリティボンドの発行額が増加している。2021 年 11 月に，ASEAN Taxonomy が公開され，各経済活動を分類し，気候変動や環境保護の視点で評価する基準となっている。

[51] ASEAN 諸国の資本市場を規制する政府機関で構成されたハイレベルなグループである

表 3.8.2　ASEAN 諸国のグリーンボンド政策

国	発行機関	政策名	発行時間
Indonesia	Bank of Indonesia	Green Lending Model Guidelines for Mini Hydro Power Plant Projects	2012
		Government Regulation on Social and Environmental Responsibility of Limited Liability Companies	2012
	OJK (Financial Services Authority)	Roadmap for Sustainable Finance in Indonesia 2015-2019	2014
		Framework and Regulation for Green Bond Issuance	2017
	Directorate general of budget financing and risk management Ministry of Finance	Green Bond & Green Sukuk Framework	2017
Singapore	Singapore Stock Exchange	Guide to Sustainable Reporting for listed Companies	2010
	Monetary Authority of Singapore (Central Bank)	Green Bond Grant Scheme	June 2017
		Sustainable Bond Grant Scheme	June 2019
Malaysia	Securities Commission	SRI Sukuk Framework	August 2014
		Tax Deduction on the Issuance Costs of SRI Sukuk	2017–2020
		Tax Exemption for Recipients Under the Green SRI Sukuk Grant Scheme	2018–2020
	Capital Markets Malaysia	Green Bond Grant Scheme	July 2017
		Green SRI Sukuk Grant Scheme	January 2018
	Central Bank of Malaysia	Climate Change and Principle-based Taxonomy	April 2021
Thailand	Public Debt Management Office	Thailand Sustainable Financing Framework	July 2020
Vietnam	Ministry of Planning and Investment	Green Growth Strategy	September 2012

出典：Dina Azhgaliyeva, Anant Kapoor, and Yang Liu, Green Bonds for Financing Renewable Energy and Energy Efficiency in Southeast Asia: A Review of Policies（2020,7）および調査団の資料により整理



出典：Climate Bonds Initiative, ASEAN Sustainable Finance State of the Market 2020

図 3.8.2　ASEAN の国別グリーン，ソーシャル，サステナビリティボンドの累積発行額

このように国によって違いはあるものの ESG は既に世界の投資の主流となっており、水力発電に関わる投資を考える際にも事業の ESG の側面が投資判断においてどの程度重視されるか理解することは非常に重要である。尚、中国の ESG の状況については、3.8.6 節で説明する。

(2) ESG 投資のアプローチ

ESG 投資には様々なアプローチがあるが、ESG 投資の国際的動向をフォローしている Global Sustainable Investment Alliance (GSIA)では以下の分類をしている。

表 3.8.3 ESG 投資の分類

ESG integration	The systematic and explicit inclusion by investment managers of environmental, social and governance factors into financial analysis.
Corporate engagement & shareholder action	Employing shareholder power to influence corporate behaviour, including through direct corporate engagement (i.e., communicating with senior management and/or boards of companies), filing or co-filing shareholder proposals, and proxy voting that is guided by comprehensive ESG guidelines.
Norms-based screening	Screening of investments against minimum standards of business or issuer practice based on international norms such as those issued by the UN, ILO, OECD and NGOs (e.g. Transparency International).
Negative/exclusionary screening	The exclusion from a fund or portfolio of certain sectors, companies, countries or other issuers based on activities considered not investable. Exclusion criteria (based on norms and values) can refer, for example, to product categories (e.g., weapons, tobacco), company practices (e.g., animal testing, violation of human rights, corruption) or controversies.
Best-in-class/positive screening	Investment in sectors, companies or projects selected for positive ESG performance relative to industry peers, and that achieve a rating above a defined threshold.
Sustainability themed/thematic investing	Investing in themes or assets specifically contributing to sustainable solutions - environmental and social - (e.g., sustainable agriculture, green buildings, lower carbon tilted portfolio, gender equity, diversity).
Impact investing and community investing	**Impact investing** Investing to achieve positive, social and environmental impacts - requires measuring and reporting against these impacts, demonstrating the intentionality of investor and underlying asset/investee, and demonstrating the investor contribution. **Community investing** Where capital is specifically directed to traditionally underserved individuals or communities, as well as financing that is provided to businesses with a clear social or environmental purpose. Some community investing is impact investing, but community investing is broader and considers other forms of investing and targeted lending activities.

出典：GSIA (2021) Global Sustainable Investment Review 2020

図 3.8.3 に日本を含めた西側諸国の ESG 投資のアプローチの利用状況を示す。

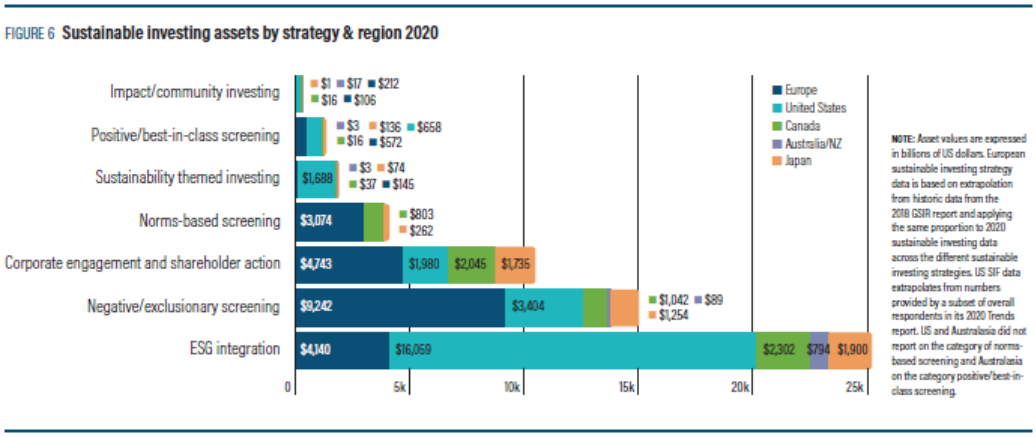


図 3.8.3 タイプ別の ESG 投資規模

このように ESG 投資にも様々なアプローチがあるが、その中で最も一般的なのは ESG インテグレーションである。これは財務情報に加えて公開されている非財務情報を用いた ESG 指標などを利用して、投資先を選定する方法である。また武器製造、石炭火力など特定の投資対象を排除するネガティブ・スクリーニングや、株主などの立場から投資先の意思決定に積極的に介入するエンゲージメント、ESG の側面から望ましい事業に選択的に投資するポジティブ・スクリーニングといった手法が知

られている。

これらの中で個々の水力開発事業について ESG の観点から影響力を及ぼせるのは、例えば以下の側面から投資対象を限定する「規範に基づくスクリーニング」や「ネガティブ・スクリーニング」、そして事業者や投資家の事業に関わる意思決定を積極的に左右することを目指すエンゲージメントなどである。

- ESG の観点から推奨できる事業や推奨できない事業を示したタクソノミー
- 投資家が採用しているセーフガード・ポリシー（世銀の Environmental and Social Framework (ESF) や赤道原則など）
- Hydropower Sustainable Standard（IHA, 2019[52]）のような水力開発に特化した判断基準
- 住民運動や訴訟問題に基づく投資家側の独自の判断基準

後述のとおり事業者や投資運用者は必ずしも投資判断における ESG の扱いについて明確な基準を持っているわけではないが、一方で事業者や投資家にとっては、株主や資金の所有者などのアセット・ホルダーの期待に応えられるだけの財務パフォーマンスと ESG パフォーマンスを見せることは必須であり、アジア諸国の株主やアセット・ホルダーの ESG に関する意識が成長するにつれて、水力開発に関わる投資判断にも ESG が大きな影響力を及ぼすようになる可能性がある。

(3) ESG 投資と非財務情報の公開

ESG 投資には ESG に関わる情報が不可欠なため、これらの情報をどのように提供して、どのように評価するかは ESG 投資にとって根幹的な課題である。情報開示については、Global Reporting Initiative (GRI)、Sustainability Accounting Standards Board (SASB)など、様々な枠組みがあるが、地球温暖化に関わる情報の開示については、2015 年に主要 25 か国・地域の中央銀行、金融監督当局、財務省、IMF、世銀などから組織されている Financial Stability Board（金融安定理事会）Task force on Climate-related Financial Disclosure（TCFD）が設立され、2017 年には情報開示のフレームワークが提示されている。また地球温暖化に加えて、サーキュラーエコノミー、生態系・生物多様性、人権・ガバナンスなどの位置付けが重要になってきており、自然関連情報については 2021 年に UNDP、WWF、国連環境開発金融イニシアチブ（UNEP EI）、Global Canopy などが中心になって Taskforce on Nature-related Financial Disclosures（TNFD）が組織されている。

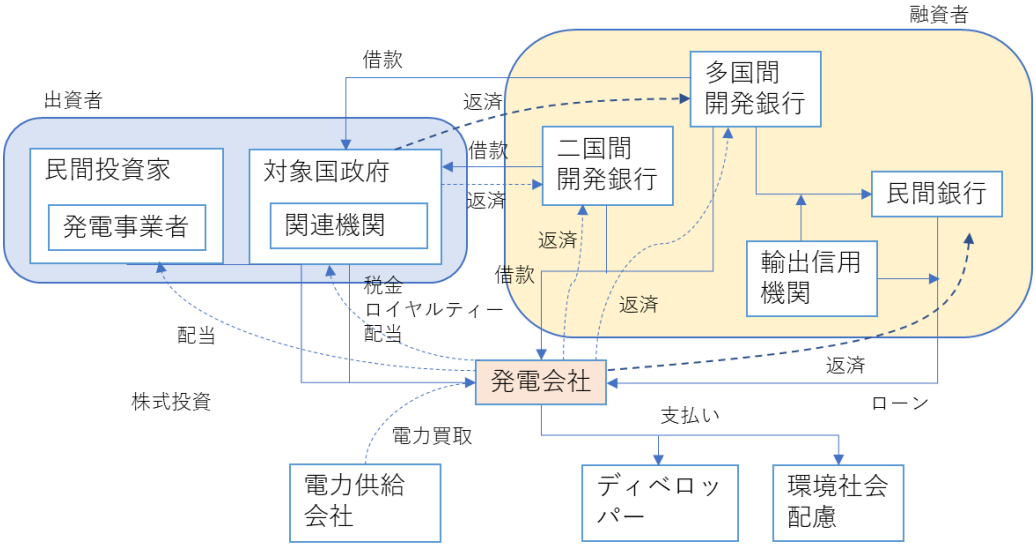
一方でメコン地域の水力開発に ESG を組み込んでいくには、各事業、投資者、融資者の ESG に関する情報が不可欠である。本調査で明らかになっているように、メコン流域のダムについては膨大な情報があるものの、個々の事業や事業者、投資家についての情報は非常に乏しく、このことはメコン河流域の水力開発における ESG の影響を考える上で、大きな制約条件になると思われる。

[52] IHA, Hydropower Sustainability Environmental, Social and Governance Gap Analysis Tool, 2019.

3.8.3 メコン河流域における水力開発投資

(1) メコン河流域のダム事業の投資形態と投資者

図 3.8.4 に発電ダムプロジェクトの投資者の一般的な関係を示す。



出典：Merme et al. (2014)をもとに調査団作成

図 3.8.4 メコン河流域のダム建設における資金の流れとステークホルダー

ダム事業の中心になるのは発電会社であり、事業を開始するに当たって対象国政府、ディベロッパー、民間投資家などがエクイティ（株式）の形で出資し発電会社を設立し事業を推進することになる。これらの出資者は発電事業から得られる配当や税金、ロイヤリティなどの形で投資のリターンを得ることを期待している。またダム事業には膨大な投資、場合によっては数千億円規模の資金、が必要となることから、エクイティに加えて金融機関等からの融資で資金調達することになる（例、Nam Theun 2 ダムの場合はエクイティで 450 百万ドル、融資で 1,000 百万ドルが調達されたようである）。このように投資者には発電会社のエクイティを保有する「出資者」と融資をする「融資者」が存在し、これらの投資者の意思決定がダム事業を進められるかどうかを決定する。

この意思決定で重要なのは、事業リスクである。ダム事業には政治的リスク（例、発電事業の国営化、法改正による電力料金の変更）、商業リスク（例、電力料金の回収問題、需給環境の変化）、プロジェクトリスク（例、技術的問題、用地取得、環境社会配慮問題などによる事業の遅れなど）、気候リスク（例、渇水など）など様々なリスクが伴う。これらのリスクを負いながら事業を実施するには、エクイティ出資において 15-20%程度の収益率が期待されることも多いようである。このようなリターンを保証するためには、電力の買取条件が重要な問題である。また水利権やダムオペレーションについても様々な条件が課せられる。例えば Nam Theun 2 ダムの場合は、コンセッション合意で Nam Theun 川、Xe Bang Fai 川などの利用・湛水、流量変動、下流の灌漑への水供給量などの決定権は発電会社に帰属するという合意がされたようであり、最低維持流量の遵守以外の河川管理権が事実上発電会社に譲渡された形になっているようである（Merme et al., 2014）。メコン河流域のダムについてはこ

のような合意条件はほとんど公開されていないが、流域管理の観点からは極めて重要である。同様に商業銀行や民間投資家による融資においても確実に融資の回収をするため、債務保証・貿易保険をはじめとする様々なリスクヘッジ手段が必要になる（例、Markkanen et al., 2020)）。これらの条件が整備されて初めて事業を進めることができる。

このようにダム事業に関わる投資判断は非常に複雑であり、メコン河のダム事業の投資形態は投資環境の変化によって変遷を遂げてきた。一般的には以下の 3 つの形態に分けて整理される（Braeckman et al. (2020)、Merme et al. (2014)）。2000 年代になって PPP 投資が注目されたものの、リスク回避のための様々なメカニズムを導入するには時間がかかることから、近年は新二か国間投資タイプの事業が中心となっているようで、特にラオスでは新二か国間投資タイプの IPP 事業が多いことが知られている。

表 3.8.4　メコン河流域の水力開発投資のタイプ

形態	年代	特徴
公共投資タイプ	1970 年代～90 年代	対象国の国営電力会社が中心になってダム事業を推進する形態で、当該国が世銀などの多国間開発銀行からの融資を受けることが多かった。メコン流域ではタイの Pak Mun ダム、ベトナムの Yali Falls ダム、カンボジアの Lower Sesan 2 ダムなどがその例である。しかし、ダム事業は投資額が大きく、財政を圧迫して他の開発に影響を及ぼした。また事業実施に時間がかかった他、ダム事業への風当たりも強くなった。
PPP 投資タイプ	2000 年代～	民間投資によるダム開発が進められるようになり、国際機関の役割りは、環境社会配慮や投資保険など民間投資のリスク低減に変わっていった。Xayaburi ダムや決壊事故のあった Xe Pian Xe Namnoy がその例である。また Nam Theun 2 では世銀、ADB に加えて様々な民間投資があった。しかし、PPP ダム事業は多くの関係者の間の複雑な合意・契約をベースにした非常に複雑な投資メカニズムを必要とし、事業推進は簡単でない。
新二か国間投資タイプ	2000 年代～（特に近年）	中国に代表される出資国の銀行（特に輸出入銀行）と出資国のみで進められる新二か国間投資のスキームが増えてきている（Pak Lay など）。このタイプのスキームは短期間で契約締結が可能な他、利益を目指す民間 SPC（特別目的会社）なしで出資国のオーナーシップで事業を進めることが可能である。ただし、コントラクターや技術は出資国に限定されることが多い。また環境社会配慮などは対象国の責任で実施されることが多く、国際的な要求事項を満たせていない可能性がある。

出典：Braeckman et al. (2020) 、Merme et al. (2014)をもとに調査団作成

(2)　投資者の ESG に関する指針やスタンス

表 3.8.5 にメコン河下流域の主要なダムの発電会社、出資者、融資者、買取者をまとめる。

表 3.8.5　メコン河流域の水力開発に関わる出資者・融資者・買取者

国	段階	ダム名	発電会社	出資者	融資者	買取者
中国	既設	Wunonglong	華能瀾滄江水電	中国華能集団公司（子会社の華能瀾滄江水電股份有限公司を含む）、雲南省能源投資集団有限公司など	未確認（公的資金？）	中国南方電網
中国	既設	Lidi				
中国	既設	Huangdeng				
中国	既設	Dahuaqiao				
中国	既設	Miaowei				
中国	既設	Gongguoqiao				
中国	既設	Nuozhadu				
中国	既設	Xiaowan				
中国	既設	Manwan				
中国	既設	Dachaoshan				
中国	既設	Nuozhdau				
中国	既設	Jinghong				
中国	計画	Ganlanba				
中国	計画	Mengsong				
ラオス	計画	Pak Beng	Datang Pak Beng Hydropower Co., Ltd.	大唐国際発電（ダタンインターナショナル）（中国）、 EDL（ラオス）、EGCO（タイ）？	未定（China Development Bank？）	未確認/未定
ラオス	計画	Luang Prabang	Luang Prabang Power Company Limited	PV (Petro Vietnam) Power Engineering Consulting Joint Stock Company（ベトナム）	未定（China Development Bank？）	未確認/未定
ラオス	既設	Xayaburi	Xayaburi Power Company Limited	CK Power（タイ）、PTT Plc（タイ）、EGAT（タイ）、Gov. Laos（ラオス）	Bangkok Bank, Kasikorn Bank, Krung Thai Bank, Siam Commercial Bank, TISCO, Thai EXIM Bank	EGAT、EDL
ラオス	計画	Pak Lay	未確認/未定	PowerChina Resources Ltd. (Sinohydro)（中国）、China National Electronics Import-Export Corporation (CEIEC)（中国）	China EXIM Bank が 17 億ドルの借款（利子率 6%?）を供与予定。	未確認/未定
ラオス	計画	Sanakham	Datang (Lao) Sanakham Hydropower Co. Ltd	大唐国際発電（Datang International Power Generation Co. Ltd.）（中国）	未定（China Development Bank？）	未確認/未定
ラオス	計画	Pak Chom	未確認/未定	エネルギー省・代替エネルギー開発・効率化部（タイ）	未確認/未定	未確認/未定
ラオス	計画	Ban Koum	未確認/未定	Italian-Thai Development PLC（タイ）、Asia Corp. Holdings Limited.（タイ）	未確認/未定	未確認/未定
ラオス	計画	Phoug noi (Lat Sua)	未確認/未定	Charoen Energy（タイ）、Water Asia Co. Ltd.(タイ)	未確認/未定	未確認/未定
ラオス	既設	Don Sahong	Don Sahong Power Co. Ltd	Mega First Corporation Berhad (Ground Roses Ltd., Silver Acreage Ltd.)（マレーシア）and EDL（ラオス）(Sinohydro がコントラクター)	複数の金融機関（85 百万ドル）、イスラム系資金源（65 百万ドル）など	Cambodia
カンボジア	凍結	Stung Treng	未確認/未定	Royal Group（カンボジア）	未確認/未定	未確認/未定

国	段階	ダム名	発電会社	出資者	融資者	買取者
カンボジア	凍結	Sambor	未確認/未定	Hydrolancang （中国）、Royal Group（カンボジア）	未確認/未定	未確認/未定
支流ダム（主要）						
ラオス	既設	Nam Theun 2	Nam Theun 2 Power Company	EDF (France), EGCO (Thailand), LHSE (Lao Gov.)	WB/IDB/MIGA, ADB, European Invest. Bank, Nordic Invest. Bank, Coface, EKN, GIEK, FDA, PROPARCO, Thai EXIM Bank, BNP Paribas, Crédit Agricole, ANZ, Société Générale, Fortis Bank, 東京三菱銀行、７つのタイの銀行	EDL, EGAT
ラオス	既設	Nam Ngum 2	Nam Ngum 2 Power Company Ltd.	CK Power (SouthEast Asia Energy)（タイ）、EDL（ラオス）	Bangkok Bank, Krungthai Bank, Siam Commercial Bank	EGAT、EDL
カンボジア	既設	Lower Sesan 2	Hydropower Lower Sesan 2	Hydrolancang（中国）、Royal Group（カンボジア）、 EVN（ベトナム）	中国資金（公開されていないが China Development Bank との情報有り）	EVN、EDC
ベトナム	既設	Buon Kuop	EVN（ベトナム）	EVN（ベトナム）	資金の大部分はベトナム国内で調達。残りをベラルーシ、ロシア、ABN-AMRO から調達との情報。	EVN
タイ	既設	Pak Mun	EGAT（タイ）	EGAT（タイ）	世銀	EGAT
ベトナム	既設	Yali Falls	EVN（ベトナム）	EVN（ベトナム）	未確認	EVN

出典：以下の資料等をもとに調査団作成
International Rivers, A Dangerous Trajectory for the Mekong River, Update on the status of Mekong Mainstream Dams, 2017.
Urban, F., Nordensvärd, J., Khatri, D., Wang, Y., 2013. An analysis of China's investment in the hydropower sector in the Greater Mekong Sub-Region. Environment, Development and Sustainability, Vol.15(2):301-324
http://www.mekongwatch.org/report/tb/lower.html

表 3.8.6 に 2020 年に実施した主要な出資者・融資者・買取者のウェブサイトのレビュー調査をもとに、これらの機関の ESG に関する指針やスタンスをまとめる。

表 3.8.6　出資者・融資者・買取者のウェブサイトから見た ESG に関わるスタンス

会社	立場	ESG に関する指針・スタンスなど
EGAT (Electricity Generating Authority of Thailand) https://www.egat.co.th	出資・買取	タイの発電公社。ウェブサイトには Sustainable Development のページがあり、CSR Policy があり、Environmental Stewardship が歌われ、品質・安全・労働衛生・環境への取り組みやコミュニティ開発が説明されている。Annual Report 2018 には CSR のセクションがあり、EGAT が行っている事業の環境影響評価、環境モニタリング、ネットワーク作り、地球温暖化ガスの削減、ディマンドサイド・マネジメント、節電などへの取り組みが説明されている。またサステナビリティ報告書を発行している。

会社	立場	ESG に関する指針・スタンスなど
EGCO (Electricity Generating Public Company Limited) https://www.egco.com	出資	EGAT および TEPDIA（東京電力などが出資）を主要株主とするタイの発電会社。ウェブサイトに Sustainable Development のページがあり、持続的ビジネスのオペレーティングポリシーがあり、環境、社会、ガバナンスについての説明がある。マテリアリティが規定され、KPI が設定されている。これらは Annual Report 2018 で説明されており、サステナビリティ報告書を発行している。
Ratch Group https://www.ratch.co.th	出資	EGAT および Thai NVDR を主要株主とするタイの発電会社。ウェブサイトに Sustainability のページがあり、2018 年には持続可能な組織の政策を策定し、資源利用や環境管理についてのガイドラインを作ったようである。持続可能な開発は Annual Report 2019 でも中心的に取り上げられており、サステナビリティ報告書を発行している。2018 年の Thai Sustainability Investment 賞を受賞した模様。
CH. Karnchang Public Company Ltd. http://www.ch-karnchang.co.th	出資	高速道路や鉄道なども手掛けるタイの建設大手。Xayaburi ダムを開発。CK Power の最大株主。ウェブサイトには Sustainability のページがあり、Sustainability Report 2019 も発行されている。マテリアリティの特定がされ、環境に配慮したオペレーション、従業員への配慮、コミュニティ・エンゲージメント、顧客への責任などの説明があり、GRI スタンダードとの対応も記載されている。
EVN (Vietnam Electricity) https://en.evn.com.vn/	出資・買取	ベトナムの電力公社。ウェブサイトには Sustainability や環境社会に関連したページはない。ただし EVN Culture の一部として環境保全へのコミットメントが述べられている。また独立した部署として科学技術環境部が存在する。Annual Report 2017 には Environmental Protection のセクションが 1 ページあり、導入した火力発電所の大気汚染対策やモニタリング技術の説明がある。
PowerChina（中国電力建設集団） https://en.powerchina.cn	出資	2011 年に設立された中国の大手電力事業会社で、海外では水力発電に関わる Synohydro、Hydrochina、火力発電の SEPCO などのブランドを有する。PowerChina のウェブページには Sustainable Development のページがあり、安全衛生、環境管理、コミュニティと社会についての説明があるが、情報は少なく 2013 年以降アップデートされていない模様。Annual Report もウェブ上で公開されていない。Safety and Environmental Protection Dept.を有する。
Datang International Power Generation Company Ltd.（大唐国际发電股份） http://www.dtpower.com	出資	中国の北部地域の電力供給を中心とする国営企業で、Pak Beng ダム、Sanakham ダムの開発を進めている。ウェブサイトには Social Responsibility のページがあり、社会責任報告 2019 も作成されているが、内容は同社の業務のもたらす質・効率・活力・美麗・幸福などを前面に出したものとなっている。
China Huaeng Group（中国華能集団） https://www.chng.com.cn/ http://www.hnlcj.cn/Index.html	出資	中国の国有電気事業会社で、中国の五大発電企業の一つ。メコン河流域では、子会社の華能瀾滄江水電股份有限公司（Huaneng Lancang River Hydropower Inc.）が事業者になっている。両社ともにウェブ上には社会責任や環境保護に関する記載があり、積極的に関連活動を広報している。中国華能については、Sustainability Report を公開しており、自らが中国企業の手本になるという決意を示している。
EDL (Electricite Du Laos) http://edl.com.la/	出資・買取	ウェブサイトはあるが Sustainability や環境社会のページはない。環境社会リスクの管理についてほとんど情報がないが、社会奉仕・コミュニティ活動の紹介がある。Annual Report もウェブ上で公開されていない模様。
EAC (Electricity Authority of Cambodia) https://eac.gov.kh	出資・買取	ウェブサイトはあるが CSR や ESG のページはない。環境社会リスクの管理についてほとんど情報がない。電力白書 2018 が公開されている。
ECD (Electricite de Cambodge) https://www.edc.com.kh	出資	ウェブサイトはあるが CSR や ESG のページはない（英語のページはない）。環境社会リスクの管理についてほとんど情報がない。Annual Report もウェブ上では公開されていない。
Royal Group http://www.royalgroup.com.kh/	出資	Lower Sesan 2 ダムの出資者。ウェブサイトには CSR のページがある。グループとして Environmental and Community Service Policy を策定したとしている。広範な事業を手掛けており、同グループのページにはダム事業の情報はない。投資家としてダム事業に参入しているようだが、詳細は不明。

会社	立場	ESG に関する指針・スタンスなど
EPGE (Electric Power Generation Enterprise) https://www.moee.gov.mm	出資・買取	ミャンマーの電力エネルギー省（MOEE）傘下の発電会社。EPGE のウェブページはないが MOEE のページに EPGE が MOEE 参加であることが示されており、また EPGE の Facebook ページがある。MOEE のページには環境社会配慮についてのページはない。また EPGE の Facebook のページにも CSR や ESG の情報はない模様。
Mega First Corporation Berhad	出資	マレーシアの電力ディベロッパーで、Don Sahong ダムを開発。ウェブサイトには Sustainability のページがあり、Annual Report 2019 では Sustainability Report 2019 の内容が紹介されている。マテリアリティの特定がされたところのようである。
China EXIM Bank http://english.eximbank.gov.cn/	融資	中国の輸出入銀行。ウェブサイトには Responsibility のページがある。また Annual Report 2018 には「社会責任」のセクションがある。これらの焦点は貧困削減、Green Financing、農業推進、社会公益事業などであるが、国外より中国国内の貧困地域に焦点が当てられている。2004 年より Environmental Policy があるようだが、IFC などの基準にどの程度準拠しているか不明。Green Finance 白書（2016）によれば、2015 年には基準が強化された模様。
China Development Bank http://www.cdb.com.cn	融資	中国の開発銀行。ウェブサイトには Core Values として responsibility や Green Growth が挙げられているが、CSR や ESG に関連したページはない。同行の CDB Culture Manual では Green Growth、Social Responsibility についての記載はあるが、記載は限定的である。
Thailand EXIM Bank https://www.exim.go.th/	融資	タイの輸出入銀行。ウェブサイトには Corporate Governance の一部して CSR のページがある。Annual Report 2018 によれば、2017 年には Corporate Governance and Corporate Social Responsibility Framework 2027 を策定し、2022 年までかけて ISO26000 に準拠したシステムを構築する模様。情報がほとんどなく現段階で IFC などの基準にどの程度準拠しているか不明。
Siam Commercial Bank https://www.scb.co.th	融資	タイでは一番歴史の古い商業銀行。Xayaburi ダムに融資。ウェブサイトには Sustainability と CSR のページがある。またサステナビリティ報告書も作成されており、「責任ある融資」にも言及されている。ただし融資においてどのような審査がされているかは未確認。
Vietnam EXIM Bank https://www.eximbank.com.vn	融資	ベトナムの輸出入銀行。ウェブサイト上では明確な環境・社会責任に関する情報はない。Annual Report 2018 には 2018 年のオペレーションに関する Report on the Impacts Relating to the Environment and Society があるが、融資案件が環境に配慮しているよう留意しているといった記載があるのみである。
BIDV (Bank for Investment and Development of Vietnam) https://www.bidv.com.vn	融資	大部分の株を Vietnam State Bank が有するベトナムの投資開発銀行。ウェブページでは責任投資などについてのページはないが、コミュニティ活動について説明がある。

出典：Merme et al. (2014)をもとに調査団作成

このレビュー結果から考えて、ESG や責任投資原則はタイやマレーシアにはかなり浸透しているようである。これはタイ市場が欧米を含めた国際市場に広く開放されていることに深く関係していると思われる。これらの国の企業・組織では少なくとも GRI/UNGC が推奨するような方法で ESG/SDGs を経営に反映することが意識されており、非財務情報の公開にも前向きである。Annual Report に加え、Sustainability Report が作成されており、これらのレポートは英語で策定されている。ただし、実際の投融資において赤道原則や世銀の環境社会配慮ガイドラインなどの国際的なガイドラインがどの程度フォローされているかは明確でない。

一方でウェブサイトから見る限り中国、ミャンマー、ラオス、カンボジア、ベトナムでは ESG や責任投資原則の浸透は限定的である。特にミャンマー、ラオス、カンボジア、ベトナムの対応は遅れているようで、関連企業・組織の Annual Report は政府の方針に合致していることを示しているのみ、あ

るいは CSR 的な視点から慈善/コミュニティ活動の記載が中心といった状況である。ミャンマー、ラオス、カンボジアでは Annual Report も公開されていない組織がある。これらの国の多くの事業者は政府の監督下にあり、金融市場で広く資金を調達するわけでないため、ウェブサイトも投資家を対象に作成されているわけではない。中国では近年緑色投資と言呼ばれる環境投資や責任投資が進められており、国主導で非財務情報の整備が進められているが、現在のミャンマー、ラオス、カンボジアでは投資の ESG 評価に必要な非財務情報を収集することは困難と推測される。

(3) ESG 投資に関わるヒアリング調査結果

本調査では ESG 投資の潮流が水力開発への投資に及ぼす影響を把握するために、国内外の関係者にヒアリングを行った。多数の関係者を視野に入れたが、水力発電投資に直接関わっている関係者は少なく、また多くの関係者が関係している事業の環境社会配慮に関わる質問を警戒したようで、ヒアリングが出来たのは表 3.8.7 の 4 組織である。尚、個々の事業に関わる内容もあることから、本報告書ではインタビュー結果の詳細な記載はしていない。

表 3.8.7 ESG 投資に関わるヒアリング結果

企業タイプ	ヒアリング結果の概要
国内	
大手電力	- 東南アジアについては、現地企業に出資しており、この企業が現地政府主導の水力プロジェクトにマイノリティーの出資をしている。別国における水力プロジェクトへの投資についても検討したこともある。 - ESG を意識して投資を進めている。脱炭素をキーワードとして、再生可能エネルギー事業を拡大しようとしている。 - 脱炭素に向けた投資は過熱しているが、水力はそこまででもない。EIA の面では大型水力に対する風当たりは厳しくなっている。構造が簡単な風力や太陽光と比較して、水力を長期間で保有するには、知見がないと参画が困難である。 - 長期の PPA 締結や FIT が利用できる案件が取り扱いやすい。水力は他電源と比較してこの面では扱いやすい。 - カンボジアやラオスは水力をやりたいが、お金がつかない、お金を出すのは中国しかいない。
ベンチャー	- 東南アジアの水力ダム、再生可能エネルギー事業などに投資している。 - 東南アジアの某ダムのエクイティの部分に出資、融資は中国の銀行の予定。 - 意思決定には現地政治家に近い事業家が関与していた。 - F/S は中国の会社が実施。投資判断をする段階で環境アセスは終了していた。 - 現地では電力が不足しており、現地政府が全てをコントロールしていて、地元は事業に賛成と聞いている。
- 海外	
責任投資 NGO	- 現地の投資銀行の持続可能性の評価、公共政策のスコア付け、ダム事業などのケーススタディなどをしている。 - ダム投資は(i) 電源開発や電力供給に関する政策との整合性が担保される、(ii) ESG リスクを除けばダム建設の投資回収に関するリスクが低く、IRR 等の財政指標が高い事が確実、(iii) 共同出資の形になる場合が殆どであって、単独融資と比較してハードルが低い、という面から投資側の動機がある。 - 近年の傾向としては気候変動の影響として水文パターンが変化することによって収益が目減りするリスクも増大している。 - 10 年前に比べればよりダム投資に関するリスクが認識されるようになったと感じている。しかし、未だに事業者はダム事業の利益を過大評価、リスクを過小評価している。例えば、売電契約には越境リスクについての定義や考え方、誰が補償するのか等の考え方が十分に検討されていない。

企業タイプ	ヒアリング結果の概要
	- 中央銀行が投資に関わるガイドラインを策定しているが、ダムへの投資はグリーンとして分類される見込みである。ダムの環境社会影響を考えると、本来は全てのダムは赤信号として、適切な設計や緩和策の実施など、詳細な条件をクリアした事業のみをグリーンとしてカテゴリーするなどの工夫が必要である。 - ESG 投資に対するガイドラインが文書としては整備されつつあり、パブリックオピニオンを収集するような動きも見られる。
証券取引所	- 企業と投資家の間を取り持つ監督機関としての役割を担っており、企業に対しては企業の持続性を高めるための情報提供や能力向上プログラムの提供、投資家に対しては指標の提供や ESG 情報のプラットフォームの提供、技術支援等を実施している。 - ESG については政府・大手アセットホルダー・運用会社などが関係しているが、政府がイニシアティブをとっている。 - タクソノミーであれ、投資の枠組みであれ、プラットフォームの形成を進めている段階である。投資のクライテリアなどはグローバル化しているため、潮流をとらえていく必要があり、国際標準となるとヨーロッパに従うケースが多い。しかしながら、地域の特性や背景を考慮する必要もあるため、ヨーロッパ等の事例を参考にしつつ地域特性を反映している。 - 資産管理会社にとって、ESG に関する懸念は重要なリスク要因となるため、管理者たちは積極的に当事者にコンタクトし、議論し、状況把握に努めている。資産管理会社が ESG 専門家を雇用するケースが増えており、時には直接事業会社に連絡を取って状況を確かめるなど積極的な情報収集を行う事で事業ガバナンスの透明性を高めていると考える。このような構造で、投資家と事業主体による相互チェックと均衡が保たれている。

出典：調査団作成

ヒアリングの結果からは、ESG は投資家やその他の関係者に浸透してきていることがわかった。特に大手事業者や銀行などは、この傾向が大きい。しかし、水力開発については再生可能エネルギーであり、GHG 削減に繋がる点についてはプラスに評価されているものの、生態系影響、便益の分配問題などについては明確な評価軸を有していないのが実状と思われる。また、メコン流域諸国では水力開発投資には地元の有力者が関わることも多く、必ずしも市場経済のメカニズムに則った意思決定がされていないことも明確となった。さらに水力開発への投資は、ESG 以外の投資リスクは比較的低いものの、太陽光や風力といった再生可能エネルギーに関わる投資と比較して投資規模が大きく複雑なため、簡単には事業に参入できないことも示された。

3.8.4 ESG 投資とエネルギーセクターの動向

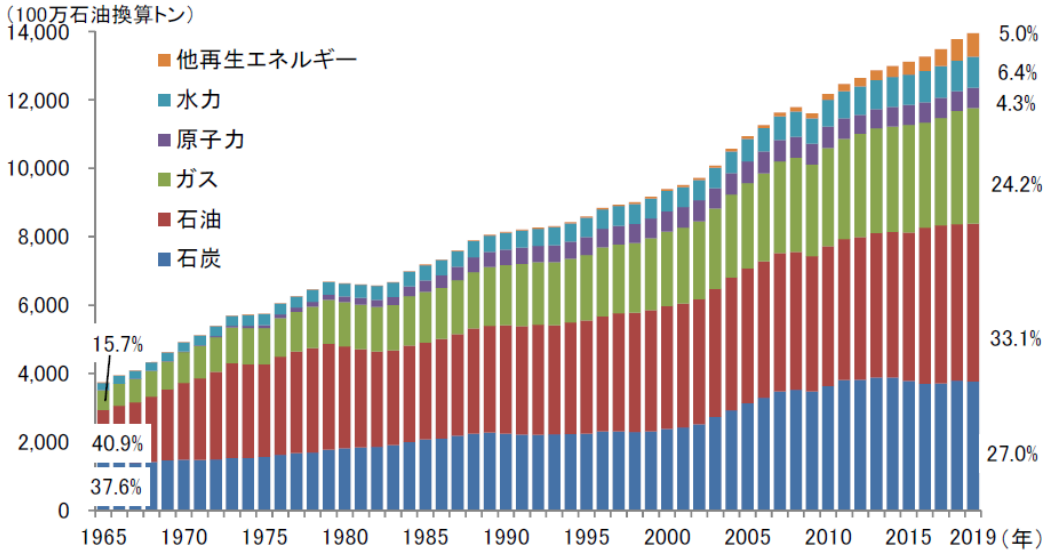
(1) エネルギーセクターの近年の動向

1) エネルギーをめぐる情勢の変化

2015 年 12 月に採択されたパリ協定によって、ESG 投資の増加と投資戦略の多角化などの金融の脱炭素化と、企業が積極的に脱炭素化に取り組む、民間事業の脱炭素化など、脱炭素化に向けた取組が加速している。電力部門では、CO_2 を多く排出する火力発電から、再生可能エネルギーへの転換、水素・アンモニアなど CO_2 フリー電源への転換、CO_2 貯留・利用、蓄電池等の技術との組み合わせ、などへの代替が課題となっている。

2) エネルギー源別消費量の推移と展望

資源エネルギー庁が発刊するエネルギー白書（2021 年）によると、エネルギー源別の世界のエネルギー消費量（一次エネルギー）の推移は下図に示す通りとなる。



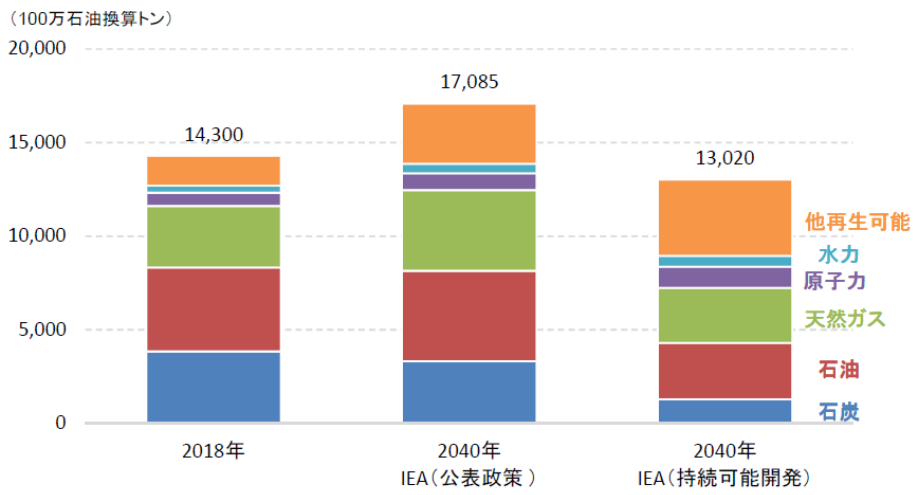
出典：資源エネルギー庁「エネルギー白書 2021」、BP「Statistical Review of World Energy 2020」

図 3.8.5　世界のエネルギー消費量の推移（エネルギー源別、一次エネルギー）

同白書によれば、CO_2 排出量の高い石炭は、近年中国の需要鈍化、米国における天然ガス代替による需要減少などが原因となって、2013 年をピークに横這いの傾向が続いている。しかし、石炭のシェアは依然として高く、全体の 27.0%（2019 年時点）を占めている。同期間で伸び率が最も大きかったのは原子力（同 8.9%）と風力、太陽光などの他再生可能エネルギー（同 12.6%）となるが、2019 年時点のシェアはそれぞれ 4.3%及び 5.0%と、エネルギー消費全体に占める比率はいまだに大きくない。

3)　エネルギー需要展望

エネルギー白書（2022 年）では、IEA の World Energy Outlook に基づき、2018 円と 2040 年のエネルギー需要予測を紹介している。まず、政府が温室効果ガス削減目標などで発表している政策を前提にした公表政策シナリオ（公表政策）と、IEA が推奨する脱炭素政策パッケージを全て実行したシナリオとして持続可能開発シナリオを設定し、それぞれについて将来のエネルギー需要を予想している。公表政策シナリオでは、エネルギー消費量は 2018 年比で 1.19 倍となり、一方で持続可能開発シナリオでは、2018 年比 0.91 倍となっている。個別エネルギーに着目すると、石炭消費量は両シナリオとも減少し、かつ再生可能エネルギーが大きく伸びている。



出典：資源エネルギー庁「エネルギー白書 2021」、IEA「World Energy Outlook 2020」

図 3.8.6　世界のエネルギー需要展望（エネルギー源別、一次エネルギー）

(2)　ASEAN における ESG 投資の動向

ASEAN 地域では、ESG 投資の高まりを受け、後述の ASEAN タクソノミーの導入など ESG 投資の気運が高まっている。エネルギーセクターにおける ESG 投資の統計は公表されていないが、調査団が行ったヒアリングでは、投資家の投資判断の際に ESG の指標が重視されるようになっている。

具体的な例として、タイでは資産管理会社にとって、ESG に関する懸念は重要なリスク要因となっており、積極的に企業にコンタクトし、議論し、状況把握に努めている。特に、最近では、資産管理会社が ESG 専門家を雇用するケースが増えており、時には直接事業会社に連絡を取って状況を確かめるなど積極的な情報収集を行う事で事業ガバナンスの透明性を高めている。水力に関して言えば、大規模水力は、社会影響面でのリスクや繊細さに対する懸念は投資家の間では高まっている。しかし、この動きは ASEAN 各国の中でも足並みがそろっているわけではなく、タイ、シンガポール、マレーシアを除く ASEAN 各国の ESG 投資の浸透は限定的である。

一方で、カンボジアでは、大規模水力では厳しい環境基準が適用されるため、民間投資が進まない構造となっている。ベトナムでは、調査団のヒアリング結果から、パリ協定でベトナム政府がコミットした“Net Zero CO_2 emission in 2050”政策のもと、再生可能エネルギーの導入を促進することとし、以下の太陽光発電プロジェクトが参照プロジェクトとして紹介された。

表 3.8.8　建設中の太陽光発電所（ベトナム）

No.	Project	Type	Note
1	Sesan 4 Solar power	Solar Power	Under operation
2	Phuoc Thai 1 Solar Power	Solar Power	Under operation
3	Phuoc Thai 2 Solar Power	Solar Power	
4	Phuoc Thai 3 Solar Power	Solar Power	
5	Tri An Solar Power	Solar Power	

出典：EVN

3.8.5 大規模水力開発とタクソノミー

投資分野におけるタクソノミーは投資対象となる様々な事業を持続可能性の観点から分類したもので、ESG 投資の適格性を示す一つのガイドラインとなるものである。ここでは大規模水力開発が現行のタクソノミーに関する議論の中でどのような位置付けになるかについて検討する。

(1) EU タクソノミー

欧州では 2019 年に発表されたグリーンディールと呼ばれる経済・環境政策が推進されているが、これは地球温暖化への対応など今後成長が期待される環境分野に集中的に投資して、EU における環境問題への対応を進めるとともに、この分野で世界のリーダーになることが目指したものである。このような政策の中で、どのような事業・活動が持続可能で投資対象とすべきかを明確にすることは非常に重要なため、EU は世界に先行してタクソノミーについての取組を進めている。

2020 年にはタクソノミーに関する規則 (2020/852)[53]が法制化され、以下の環境目標（environmental objectives）を対象に、持続可能な投資は、①これらの少なくとも一つに実質的に貢献すること、②これらの全ての環境目標に関して甚大な影響を及ぼさないこと（Do No Significant Harm, DNSH）、③第 18 条で規定されている最低限のセーフガード策を遵守すること、④第 10 条に規定される技術的スクリーニング・クライテリアに合致すること、が条件になることとなった。

- 気候変動の緩和
- 気候変動への適応
- 水・海洋資源の持続可能な利用と保護
- 循環型経済（サーキュラーエコノミー）への転換
- 汚染の防止とコントロール
- 生物多様性と生態系の保護と回復

このうち気候変動の緩和および気候変動の適応についての技術的スクリーニング・クライテリアは、2021 年に発表されたタクソノミーに関する規則 (2020/852)の細則（delegated acts）の Annex 1 と Annex 2 に発表[54]されている。このクライテリアでは様々なセクターの事業について上述の①事業が気候変動の緩和・適応に実質的に貢献できること、②これらの全てに関して甚大な影響を及ぼさないこと、を判断基準として示されている。以下に水力発電事業（Electricity generation from hydropower） に関する技術的スクリーニング・クライテリアの概要を示す。

[53] EC, Regulation (EU) 2020/852 of the European Parliament and of the Council, of 18 June 2020 on the establishment of a framework to facilitate sustainable investment, and amending Regulation (EU) 2019/2088
[54] EC, Commission Delegated Regulation (EU) supplementing Regulation (EU) 2020/852 of the European Parliament and of the Council by establishing the technical screening criteria for determining the conditions under which an economic activity qualifies as contributing substantially to climate change mitigation or climate change adaptation and for determining whether that economic activity causes no significant harm to any of the other environmental objectives, Annex 1 and Annex 2, 2021.

表 3.8.9　EU タクソノミーにおける気候変動の緩和に関わる技術的スクリーニング・クライテリア

区分	クライテリア
気候変動の緩和についての実質的な貢献に関わる条件	(a) 発電施設は流れ込み式で人工の貯水池は有しないこと (b) 電気関連施設の発電密度は 5 W/m^2 以上であること (c) 水力発電の発電に伴うライフサイクル温室効果ガスの排出量は 100gCO_2e/kWh 以下に抑えること。ライフサイクル温室効果ガスは、2013/179/EU または、代替として ISO 14067:2018162, ISO 14064-1:2018163 を使用、または、貯水池における温室効果ガス検査装置、などで測定すること。そして、定量化されたライフサイクル温室効果ガスは、独立した第三機関により検証されること。
気候変動の緩和に関わる DNSH	
気候変動への適応	Appendix A に示された気候変動適応に関わる要求事項への対応
水・海洋資源の持続可能な利用と保護	EU 水政策枠組み指令（2000/60/EC）に関連した要求事項への対応など詳細に規定
サーキュラーエコノミーへの転換	規定なし
汚染の防止とコントロール	規定なし
生物多様性と生態系の保護と回復	Appendix D に示された生物多様性・生態系保護に関連した要求事項への対応（EIA 指令（2011/92/EU）に準拠した EIA の実施、生物多様性に関連して重要な地域のプロジェクトに関する特別な配慮）。水力ダムについては Commission notice C/2018/2619 'Guidance document on the requirements for hydropower in relation to EU nature legislation'を参考にするとしている。

出典：EC, Commission Delegated Regulation (EU) supplementing Regulation (EU) 2020/852 of the European Parliament and of the Council by establishing the technical screening criteria for determining the conditions under which an economic activity qualifies as contributing substantially to climate change mitigation or climate change adaptation and for determining whether that economic activity causes no significant harm to any of the other environmental objectives, Annex 1 and Annex 2, 2021.

表 3.8.10　EU タクソノミーにおける気候変動への適応に関わる技術的スクリーニング・クライテリア

区分	クライテリア
気候変動への適応についての実質的な貢献に関わる条件	特に重要な気候変動の物理的影響への対応、事業のライフスパンに合わせた脆弱性評価、対応策の実施に関する要求事項（事業外の関係者の気候変動適応への影響への配慮、自然に基づく対応策の推進、その他）
気候変動の緩和に関わる DNSH	
気候変動の緩和	事業に関連した GHG 排出が 270gCO_2e/kWh 未満
水・海洋資源の持続可能な利用と保護	EU 水政策枠組み指令（2000/60/EC）に関連した要求事項 既存の水力ダムの改善に関わる要求事項（水枠組み条約に基づいた実施可能性や生態系に配慮した対応策の実施） 新規ダムの建設に関わる要求事項（水枠組み条約に基づいた影響評価の実施、環境社会配慮の実施など）
サーキュラーエコノミーへの転換	規定なし
汚染の防止とコントロール	規定なし
生物多様性と生態系の保護と回復	Appendix D に示された生物多様性・生態系保護に関連した要求事項への対応（EIA 指令（2011/92/EU）に準拠した EIA の実施、生物多様性に関連して重要な地域のプロジェクトに関する特別な配慮）。水力ダムについては Commission notice C/2018/2619 'Guidance document on the requirements for hydropower in relation to EU nature legislation'を参考にするとしている。

出典：EC, Commission Delegated Regulation (EU) supplementing Regulation (EU) 2020/852 of the European Parliament and of the Council by establishing the technical screening criteria for determining the conditions under which an economic activity qualifies as contributing substantially to climate change mitigation or climate change adaptation and for determining whether that economic activity causes no significant harm to any of the other environmental objectives, Annex 1 and Annex 2, 2021.

このように EU タクソノミーでは、グリーンディール投資の対象となる事業が非常に詳細に規定されており、さらに例えば気候変動緩和のための事業でも生物多様性に影響を及ぼす場合は投資対象とならないような配慮もされている。2022 年 1 月段階で技術的スクリーニング・クライテリアが規定されているのは気候変動の緩和・適応のみだが、2022 年中には他の環境目標（水・海洋資源の持続可能な利用と保護、循環型経済（サーキュラーエコノミー）への転換、汚染の防止とコントロール、生物多様性･生態系の保護と回復に関わる技術的スクリーニング･クライテリアも発表される予定である。

また EU タクソノミーではダブルマテリアリティが重視されたのも注目された。従来のシングルマテリアリティの ESG では環境や社会の問題が自然災害や生産設備・サプライチェーンへの影響を通して事業・企業・投資に与える影響を中心に評価されてきたのに対して、ダブルマテリアリティでは事業・企業・投資が環境や社会に与える影響をより重視している。

メコン河流域のダムが EU タクソノミーの技術的スクリーニング・クライテリアに照らし合わせてどのような位置づけになるかは、そのようなダムへの投資が責任投資の視点から妥当か判断する重要な材料となるが、クライテリアの多くが EU の様々な関連指令・規則に基づいていることもあり、本調査の中では分析できない。しかし、メコン河のダムの多くは MRC の PNPCA の状況などから考えて様々な課題を抱えており、EU タクソノミーのクライテリアを満足しないと思われる。

(2) ASEAN タクソノミー

アジアでもタクソノミーを規定する動きが加速しており、2021 年 11 月に ASEAN Taxonomy が公開された[55]。図 3.8.7 に ASEAN タクソノミーの枠組みを示す。

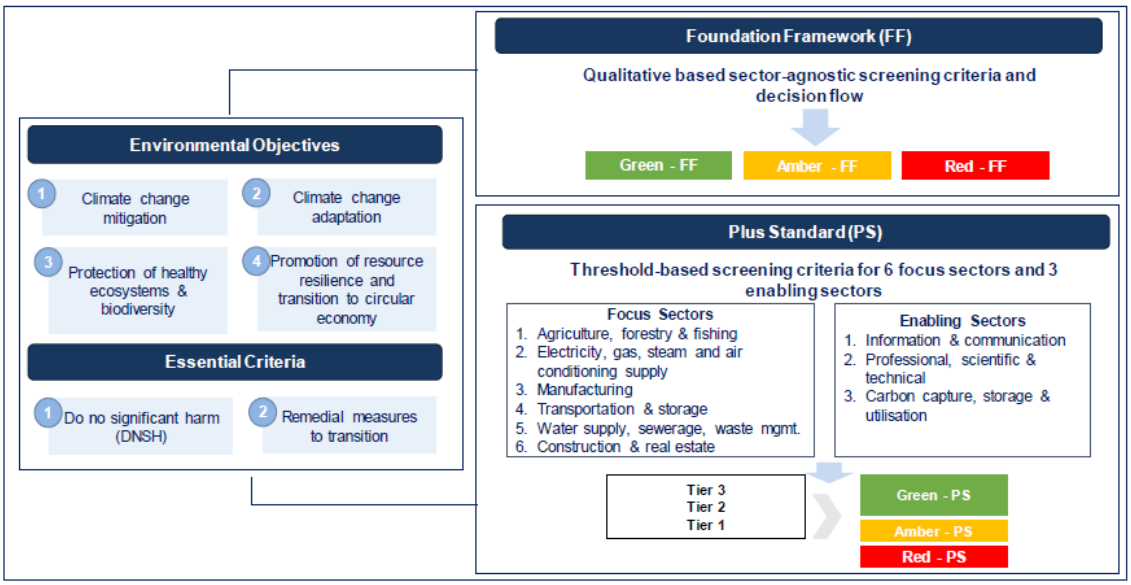


Figure 16: Overview of Taxonomy Classifications

出典：ASEAN, ASEAN Taxonomy for Sustainable Finance, 2021

図 3.8.7 ASEAN タクソノミーの枠組み

[55] https://www.theacmf.org/initiatives/sustainable-finance/asean-taxonomy

環境目標は①気候変動の緩和、②気候変動への適応、③健全な生態系と多様性の保護、④資源問題への適応力とサーキュラーエコノミーへの転換、の４つであり EU と類似しているが、ASEAN 諸国の多様性を考慮し，評価体系は対象セクターについてデシジョンツリーにより定性的に経済活動を評価する Foundation Framework と具体的な評価基準としきい値を用いて経済活動を定量的に評価する Plus Standard からなる多層的な評価体系となっている。また評価クライテリアは①DNSH と、②移行に向けた改善策、に分けられている。

さらに Annex には基本的にグリーンなセクターを Green Activity、明らかに課題のあるセクターを Red Activity として示している。再生可能エネルギーは Green Activity として評価されているが、例として太陽電池、集光型太陽電池、風力、海洋エネルギーが挙げられており、水力発電は挙げられていない。

大型水力発電に対して自然環境や地域社会への影響があり、グリーンとしては認定しにくいものの DNSH や改善策があれば、ある程度認められるものと考えられる。

(3) 中国のタクソノミー

中国は自国の分類法として，2015 年からグリーンボンド支援プロジェクト目録（緑色債券支持項目目録）を発表し，2021 年 4 月には最新の目録を公開した[56]。水力発電に関しては，大型水力発電と揚水発電がグリーンプロジェクトとして認定されているが、大型水力発電の認定条件として，生態環境には著しい影響がないという条件が必要である。また，国の再生可能エネルギー発展計画内の大型水力発電プロジェクトだけが認定可能となっている。このように中国においても投資の意思決定に環境社会配慮の必要性を組み込もうとする動きは進んでいる。尚、下記のとおり中国はタクソノミーについて EU との連携を進めている点も注目される。

(4) タクソノミーの国際的統一化の動向

責任投資については EU 主導のサステナブル・ファイナンスに関する国際的な連携・協調を図るプラットフォーム（IPSF）[57]が共通のタクソノミー（ “common ground taxonomy”）の構築を目指して、様々な国との調整を進めており、EU の他、日本、中国、マレーシア、カナダなど 18 カ国・地域が参加している。この動きは今後さらに加速する可能性があるが、基準によって持続的かそうでないかを二元論的に分けるようなアプローチだけでなく、環境負荷の高い事業を持続可能なものに移行させるためのトランジッション・ファイナンスの議論も進んでおり、タクソノミーに関わる国際的な議論の展開を注視する必要がある。

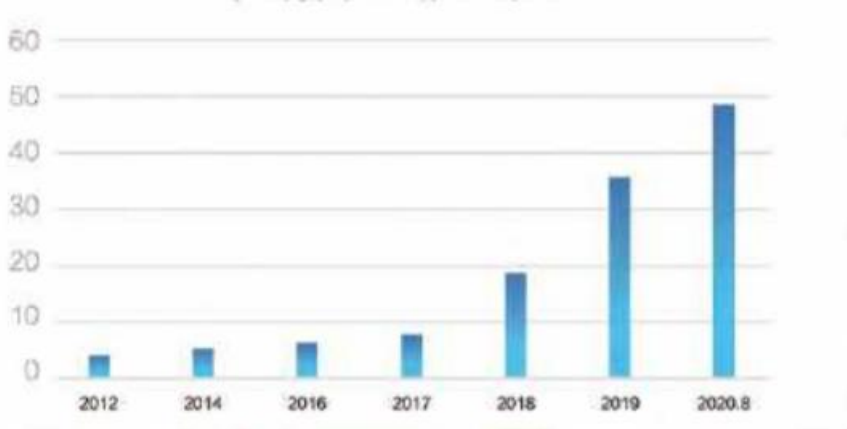
[56] 緑色債券支持項目目録, 中国人民銀行, 国家発展改革委員会, 証券監督管理委員会, http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-04/22/content_5601284.htm

[57] International Platform on Sustainable Finance (IPSF) https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/banking-and-finance/sustainable-finance/international-platform-sustainable-finance_en

3.8.6 中国系機関によるメコン河流域の投資現況

(1) 中国における ESG の動向

2020 年 9 月習近平国家主席は 2030 年までに CO2 排出量を減少させ、2060 年までにゼロカーボン経済を目指すことを表明した。その後の 2021 年 3 月の全国人民代表大会（全人代）で、第 14 次五か年計画および 2035 年長期目標要綱が承認され，気候変動への対応、質の高い発展や生態環境の保護が重視されるようになった。中国の ESG 投資は、主にグリーンファイナンス基準の強化に重点がおかれ、2020 年 8 月まで，責任投資原則（PRI）に署名した金融機関は 49 社（サービスプロバイダー10 資産管理者 37　資産所有者 2）にのぼり近年の増加は著しい。



出典：2020 年中国資産管理業 ESG 投資発展研究報告，Huaxia Wealth Management，Shenzhen Finance Institute，2020.9

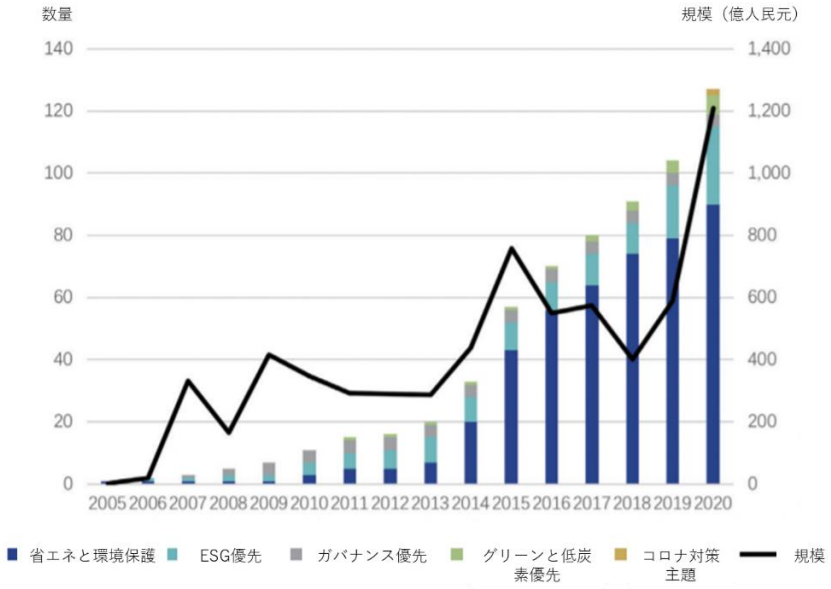
図 3.8.8 中国 PRI 署名機関数の変化

グリーンファイナンス政策は、中国本土の 4 つのレベルの政府機関（州と省、県と市、および郡）によって発行された政策ものがあり、内容としては、グリーンボンド、グリーンクレジット、グリーンエクイティ、グリーン保険、環境エクイティファイナンス、金融政策が含まる。

グリーンボンドについては、2015 年のグリーンボンド市場の形成以降、グリーンボンド評価・認証について、関連する統一基準がない、情報開示が不十分、評価・認証に関する規制がないなどの課題があった58。このため、グリーンボンド規制委員会は、グリーンボンド業界の自主規制と規範確立を推進するため、「グリーンボンド評価・認証機関市場化評価運用細則(試行用)」及び評価基準、資料リストなどの付属文書を発表した。この基準により、中国のグリーンボンドの信頼性と評価の品質を高められることが期待されている。

ESG のミューチュアルファンドとその規模を下図に示す。ESG ファンドの全体的な規模は 2020 年で 1,200 億元を超えている。しかし、全体のエクイティファンドとハイブリッドファンド中では 2.16%となり、割合としては小さいが、2020 年は昨年比で 18%増と大きく増加している。

[58] 日本総研、中国グリーン金融月報【2021 年 9 月号】



出典：中国責任投資年度報告，China Social Investment Forum，SynTao Green Finance，2020.12.

図 3.8.9　近年の ESG ファンドの変化

(2)　中国における水力発電の位置づけ

中国の ESG 関連政策における水力開発の位置づけについて、関連する第 14 次 5 か年計画と、水力発電発展「十三五」計画、メコン河の開発に関連する雲南省第 14 次 5 か年計画の内容を抜粋する。

1)　雲南省第 14 次 5 カ年計画（2021-2025）

✧ エネルギー革命を推進し，グリーンかつ低炭素，安全かつ効率の高いエネルギー体制を構築し，エネルギーの供給保障能力を向上させるための手段の 1 つとして，南西部の水力発電基地の開発を挙げられる。

2)　水力発電発展「十三五」計画（2016-2020）

✧ 水力発電への考え方

水力発電は技術が成熟しており、グリーン、低炭素かつ再生可能なエネルギーであり、洪水調節、水供給、通航、灌漑などの総合的な機能もあり、経済、社会と生態的な利益がある。中国の水力発電は発電容量と発電量は世界一位になったが，包蔵水力に対する開発率は先進国と比べてまだ差があり、まだ開発の余地がある。送電システムの安定、安全かつ経済的な運営への需要が高まり、再生可能エネルギー（風力と太陽光）の割合の増加に伴い、今後は揚水発電の必要性と重要性が高い。

✧ 指導方針

水力発電の開発を、エネルギー供給側の構造改革、エネルギー安全の確保、貧困地域の発展と生態文明構築のための重要的な戦略手段とし、グリーンかつ低炭素、安全かつ効率の高いエネルギー体制の構築を加速する。生態環境の保護、住民移転を妥当的に行うことを前提として大型水力発電を科学的かつ規則的に開発し、中小水力発電の開発を厳

格的にコントロールし、揚水発電の開発を加速する。

- ✧ メコン河・瀾滄江の水力発電の開発に関連する内容
  雲南省を含み南西部の他の河川における大型水力発電基地の建設を積極的に促進する。カスケード運用の強化を行う。
- ✧ 国際協力に関連する内容
  東南アジア、メコン河流域等の周辺国との協力の深化を続け、海外の水力発電開発プロジェクトの質を高める。
- ✧ 環境社会への影響についての考え
  環境の保護を重点的な任務として挙げる。

3) 雲南省第 14 次 5 カ年計画（2021-2025）

- ✧ 重点的な発展方向の 1 つとして、大規模河川における水力発電の開発、グリーンエネルギー産業が挙げる。
- ✧ 雲南省の特色として、グリーンエネルギーの開発を重点的に説明した。雲南省を国レベルのグリーンエネルギー基地に建設するため、建設中の水力発電プロジェクトの推進、新しいプロジェクトの建設開始、そして支流における水力発電開発の計画、既有の水力発電プロジェクトの発電能力の増加などが手段として挙げる。

(3) 中国によるメコン河流域の水力開発

中国によるメコン河流域の水力開発は、3.6.2 節（Lancang 川の水力開発）に示す通りである。

(4) 中国における水力発電開発の例

中国における水力発電開発の詳細例として、怒江水力発電開発を例として挙げる。

1) 計画段階

- ✓ 河川のある区間に対し水力発電開発を計画
- ✓ 国家発展改革委員会から水利水電計画総院に委託し，水力発電開発計画のプロジェクトの入札を開催
- ✓ 入札企業（中国水電工程顧問集団）により，水力発電開発全体計画報告書と環境影響報告書を作成
- ✓ 発展改革委員会と水利計画総院により，上記の報告書に対する審査会，論証会を開催
- ✓ 省政府が水力発電全体計画報告書と環境影響報告書を承認し，国務院に提出する。国務院が承認。

2) 前期段階

- ✓ デベロッパーを確定：華電集団怒江開発公司（メコン河・瀾滄江の場合：華能瀾滄江水電）
- ✓ 華電集団怒江開発公司より北京調査設計研究院に委託し、水力発電全体計画中のダムに対し、Pre-Feasibility Study 研究を進行（入札形式）
- ✓ Pre-Feasibility Study には下記の内容が含まれる。
  - ➢ 「三通一平」環境影響報告書（三通一平：施工するための水、電力、道路、スペースを確報

するための準備工程）

- ➢ ダム位置の初期選定
- ➢ 「三通一平」水土維持方案（三通一平工程による土壌浸食に対する対策）

✓ 発展改革委員会により Pre-Feasibility Study が承認され、準備工程が始まる。

✓ 華電集団怒江開発公司は北京調査設計研究院に委託し FS 調査を実施（入札形式）する。

✓ FS 調査には下記の内容が含まれる。

- ➢ 環境影響報告書
- ➢ 住民移転計画
- ➢ 水土維持方案報告書
- ➢ 地震安全性評価報告
- ➢ 水資源論証報告書
- ➢ 文化財保護報告書
- ➢ 安全評価報告書、など 40～50 の専門報告書

✓ 上記の報告書をそれぞれ関係機関に提出し、関係機関が審査し、承認する。

✓ 申請報告書を作成し、発展改革委員会に提出し、発展改革委員会が最終承認する。

✓ 主体工事が始まる。

3) 関連機関

表 3.8.11 に中国における水力発電事業に関連する機関をまとめる。

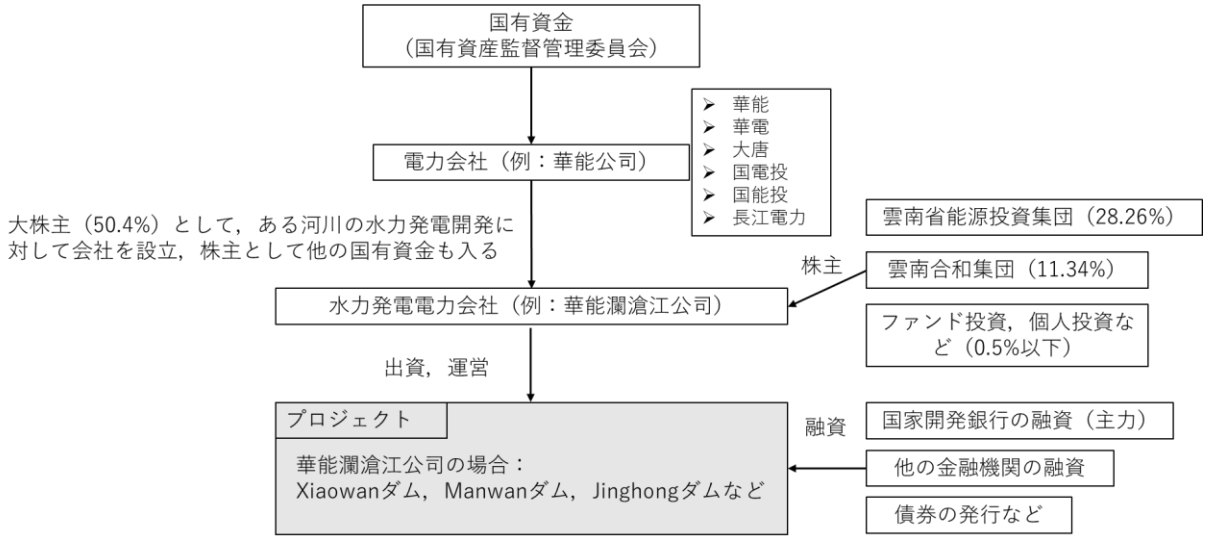
表 3.8.11 中国における水力発電事業に関連する機関

政府	中央政府	国務院	河川の水力発電開発計画の可否
		国家発展改革委員会	水力発電開発計画の策定　プロジェクトの審査，承認
		国家環保部	環境影響報告の審査，承認
		水利部	水土維持方案の審査，承認
		国土資源，交通，林業などの部門	関連専門報告の審査，承認
	地方政府	雲南省政府	水力発電開発計画を審査，承認　水力発電開発を促進
		雲南省発展改革委員会，雲南省能源局	
		雲南省環保局	
		雲南省移民局	住民移転計画の審査
		州政府	
		県政府	
設計部門	設計部門	水利水電計画総院	河川区間の水力発電開発計画の入札を開催
		北京調査設計研究院（中国電力建設）	Pre-Feasibility Study & Feasibility Study
デベロッパー	業主	華電集団怒江開発公司	
	持株企業	華電集団	51%株
		雲南省能源投資有限公司，華潤電力， 雲南省電力投資有限公司，華南電網	それぞれ10%~20%株
	他	華南電網	コンサルに参加，送電網を建設

出典：調査団

4)　資金調達

図 3.8.10 に中国における大型水力発電プロジェクトにおける資金調達の流れを示す。大型水力発電プロジェクトは基本的に「国家経済と人民生活に関わる重大なプロジェクト」であり、投資回収期間も長いため、基本的には国有資本が投資する。



出典：調査団

図 3.8.10　大型水力発電プロジェクトの資金調達

3.8.7　大型水力発電事業に対する ESG 投資のインパクト

3.8.7 節で示した通り、本調査では大型水力発電事業に対する ESG 投資の影響について検討した。その結果として以下の通り整理される。

- これまでのメコン河流域の水力開発は、①ドナー資金を中心とした公共投資タイプ（1970 年代～90 年代）、②タイやマレーシア、その他の国からの民間投資に依存した PPP 投資タイプ（2000 年代）、③中国やベトナムなどの資金をもとに 2 か国間で進められる新２か国間投資タイプ（2000 年代～近年）と進展してきた。これらの年代においては金融市場でも ESG は主流ではなく、PPP においても ESG は充分認識されていなかった他、新 2 カ国間投資においては関係国の様々なプライオリティが投資を左右していたと思われ、ESG の影響は限定的だったと考えられる。
- 水力開発に関係する事業者や融資者のウェブページから見る限り、近年になっても、ベトナム、ラオス、カンボジアにおいて ESG は充分浸透しておらず、中国においても地域の貧困削減への貢献など社会的責任（CSR）的な発想の発信が中心となっているようである。
- しかし、東南アジアでは ESG は急速に浸透してきており、特にタイやマレーシアのような国際金融市場の影響を受ける国の金融機関・投資家などは、ESG の動向に敏感に対応しているよう

である。また中国でも国主導で非財務情報の整備や緑色投資の対象分野の明確化が進んでおり、ESG が浸透してきている。

- 2015 年 12 月に採択されたパリ協定以降、エネルギーセクターの脱炭素化は急速に加速しており、CO_2 を多く排出する火力発電から、再生可能エネルギーへの転換、水素・アンモニアなど CO_2 フリー電源への転換、CO_2 貯留・利用、蓄電池等の技術との組み合わせ、などが推進されている。
- 欧州ではグリーンディール政策に対応して、タクソノミーを規定して責任投資の対象にできる事業を明確にする動きが進展しており、従来のような気候変動への緩和や適応だけでなくサーキュラーエコノミー、汚染、生物多様性、ブルーエコノミーも含めたものに変化してきている。EU タクソノミー基準は責任投資に関わる具体的かつ法制化された判断基準であり、EU 以外の地域（メコン河流域も含む）の投資判断の基準として活用される可能性がある。一方で世界標準のタクソノミーを規定しようとする動きもあり、中国や ASEAN の一部の国もこの議論に参加している。基準によって持続的かそうでないかを二元論的に分けるようなアプローチだけでなく、環境負荷の高い事業を持続可能なものに移行させるためのトランジッション・ファイナンスの議論も進んでいる。
- 国際金融市場へのアクセスは中国や ASEAN 諸国にとっても非常に重要であり、また大部分の機関投資家は他の再生可能エネルギーや、エネルギー以外の投資も広く行っている。よって大型水力発電への投資に関わる意思決定についても市場全体を考えて判断する必要がある。中国が生物多様性条約においてリーダーシップを発揮しようとしていることからわかるように、ESG に絡んだ様々な動向があり、それら全体が各国の ESG への対応を左右すると思われる。
- これらの一連の進展から考えて、大型水力発電事業に対する ESG の影響力はさらに大きくなると思われる。ただし、ESG の進展は一度に起こるわけではなく、各国・事業者・投資家にとってのプライオリティに応じて段階的に進む。よって金融市場に対してオープンでない事業では、他のプライオリティが優先され、ESG のインパクトは少なくとも当面は限定的になると想定される。
- メコン河流域の個々の水力事業については、新 2 か国間投資タイプで推進されてきたこともあって、ESG に関する情報が圧倒的に不足しており、特に支流ダムについての情報はほとんど公開されていない。メコン河流域国が国際的な金融市場へアクセスするためにも、ESG 情報の整備・公開を推進することは非常に重要である。
- 併せて大型水力事業を ESG 面から評価するための枠組みが必要である。この点については、EU タクソノミーの基準、International Hydropower Association (IHA)の Hydropower Sustainability

Tools[59]、そして MRC の Hydropower Mitigation Guidelines（2019）などがある。特に住民の生計への影響、便益分配の公平性、生態系や生物多様性などについては投資家や為政者に正確でわかりやすい情報が公開されることが重要である。

[59] IHA, Hydropower Sustainability Tools, https://www.hydropower.org/resources/tools アクセス日 2022-01-10

第 4 章　メコン河利用に係る流域各国の現状と協力枠組みの動向

4.1　メコン河利用に係る流域各国の現状

メコン河利用に係る流域各国の立場や依存状況は、上下流の関係や、各国の国内事情、各国間の政治情勢の影響を受ける。以下では各国政府機関のウェブサイトの掲載記事など公式の見解を示していると考えられる情報をもとに、メコン河流域各国の関係に関する概要や動向について述べるとともに、各国の国内事情を含むメコン河利用に係る現状を示す。

4.1.1　ラオス

ラオス政府の基本方針は、平和 5 原則に基づく、善隣、全方位外交である。その中でも、ベトナムとは「特別な関係」にあり、党・政府ハイレベルから地方行政機関・大衆組織に至るまで活発に交流している。中国とは 2000 年代後半から貿易・投資が急増し、2009 年に両国関係を「包括的かつ戦略的パートナーシップ」に格上げした。2019 年 4 月の中国ラオス首脳会談で「ラオス・中国運命共同体構築マスタープラン」に署名するなど、関係が拡大している[60]。2021 年 12 月には、中国の昆明とラオスのビエンチャンを結ぶ中国ラオス鉄道が開通したことにより、両国間の交流がさらに強化されると考えられる。

ラオス国内のダム開発は水力発電を主目的としてきた。一方天然資源環境省では、気候変動に伴う水文条件の変化も背景として、渇水時におけるダム貯水池からの放流など、国内の地域間協力や発電事業者との協力、MRC や LMC の枠組みを利用した国際協力によって、ダムの貯水機能の有効利用を進めるとしている[61]。

4.1.2　タイ

近年タイは、メコンの中心に位置するという地政学的有意性により地域全体の発展・開発の必要性を志向し、タイ国際協力機構（TICA）を通じた周辺国への国際協力や、ハード・ソフト両面の連結性の向上と、SDGs を軸とした持続可能な開発を進めている[62]。

タイ政府はメコン河沿岸 7 州の住民や漁業従事者に影響を与える水位変動に関する対策を進めている。2021 年 4 月には、国家水資源委員会が国家水資源室（ONWR）と外務省に対して、メコン河上流の瀾滄江からメコン河に至る相互水管理について中国と協力するよう命じた[63]。また、2021 年 6 月には、第 8 回タイ・ベトナム政治協議グループ会議において、タイ外務書の Thani Thongphakdi 常務長官とベトナムの Nguyen Quoc Dzung 外務副大臣が会合して、二国間の戦略的パートナーシップの強化に合意、MRC の強化を通じた水資源管理についても協力を推進するとしている[64]。また、同月に重慶

[60] 外務省サイト「ラオス人民民主共和国基礎データ」より引用（2021/12/25 閲覧）。
[61] ラオス国天然資源環境省サイト; Awareness on previous and current hydrological condition in Mekong river basin due to climate change（2021/12/25 閲覧）
[62] 外務省サイト「タイ王国基礎データ」より引用（2021/12/25 閲覧）。
[63] The Government Public Relations Department サイト（2021/12/25 閲覧）。
(https://thailand.prd.go.th/ewt_news.php?nid=11049&filename=index)
[64] The Government Public Relations Department サイト（2021/12/25 閲覧）(Enhancing the Strengthened Strategic Partnership between Thailand and Vietnam (prd.go.th)

で開催された LMC 外相会議では、タイの Don Pramudwinai 副首相兼外相が、LMC の設立を提言した国としての立場から、LMC の強化に関する４つのアプローチを提案した。この中では、すべての LMC 加盟国に対して、国境を越えた持続可能な水資源管理のために、特に下流域住民の事前準備に必要となる情報共有と水位変動の早期警戒システムに関して、現実的な協力の強化を求めた[65]。

2021 年 11 月にバンコクで開催された第 22 回タイ・ラオス二国間協力委員会では、タイの Don Pramudwinai 副首相兼外相とラオスの Saleumxay Kommasith 外相が、３か国すべてに裨益する中国、ラオス、タイの鉄道連結に関して協議を続けること、メコン河の持続可能な水資源・エネルギー管理に関して協力を強化すること、2022 年にラオスがホストとなる第 10 回 ACMECS サミット開催にタイが全面的に支援することなどが確認した[66]。また、同委員会では、ラオスからの電力購入に関する覚書を改定し、タイとマレーシアのネットワークを介してシンガポールに電力を輸出するというラオスの考えを支持することに合意したとされている[67]。

4.1.3 カンボジア

カンボジアは中立・非同盟、近隣国をはじめとする各国との平和共存を外交基本方針としている[68]。2021 年 12 月には、ミャンマー軍が外相として任命したワナ・マウン・ルウィンのカンボジア訪問に際しては、フンセン首相がミャンマー危機解決に向けた支援を表明するとともに、2022 年に ASEAN 議長国に就任するカンボジアとして、ASEAN 重視の姿勢と団結について確認している[69]。

同月、Prak Sokhonn 副首相兼外相の中国訪問に際して、LMC５か年計画（2018-2022）の実施促進に両国の外相が合意、カンボジアの 67 プロジェクトに対する中国による 26 百万ドルの支援合意に感謝の意を表明した。また、ASEAN と中国の 30 年にわたる協力関係進展を評価した[70]。

カンボジア国家メコン委員会（CNMC）の So Sophoth 長官は、カンボジアは国土の 86%がメコン河流域に属し、国民の 90%が同流域に居住しており、経済開発に直面しているメコン河流域では、水資源やエネルギーの有効活用、持続可能な水資源管理に流域６か国の協力が不可欠であること、また能力開発、制度整備、モニタリングや評価に基づく理解促進が重要であること、MRC の BDS（2021-2030）に基づく MRC 加盟国の協力の重要性について述べている[71]。また、水資源気象省（MOWRAM）の Lim Kean 大臣は、2021 年 12 月に開催された LMC 水資源協力フォーラムにおいて、流域の持続可能な開発や流域住民の生計向上に向けた LMC 加盟国の協力が重要であるこ

[65]The Government Public Relations Department サイト（2021/12/25 閲覧）(Thailand Proposes Four Approaches to Strengthen Mekong - Lancang Cooperation (prd.go.th))
[66] The Government Public Relations Department サイト（2021/12/25 閲覧）(Outcomes of the 22nd Meeting of the Thai-Lao JC on Bilateral Cooperation (prd.go.th)
[67] Phnom Penh Post（2021/12/25 閲覧）(Laos, Thailand keen to open border, up connectivity | Phnom Penh Post)
[68] 外務省サイト「カンボジア王国基礎データ」より引用（2021/12/25 閲覧）。
[69] カンボジア外務省サイト（2021/12/25 閲覧）;Outcomes of the Working Visit of H.E U Wunna Maung Lwinm Union Minister for Foreign Affairs of the Republic of the Union of Myanmar, to the Kingdom of Cambodia on 06-07 December 2021.
[70] カンボジア外務省サイト（2021/12/25 閲覧）;Outcomes of the Official Visit of H.E. Deputy Prime Minister PRAK Sokhonn to Zhejiang, the People's Republic of China, on 3-5 December 2021.
[71] カンボジア情報省サイト（2021/12/25 閲覧;原文はクメール語）（https://www.information.gov.kh/articles/46796）

と、すでに共同研究や知見の共有が進められていること、一方では、各国における水資源需要の増大、気候変動や人口増加に伴い、水位低下や干ばつなどの深刻な問題が生じており、更なる協力強化が必要であることを、LMC を通じたカンボジア国内の水資源関連案件に対する中国の支援に対する感謝とともに述べている[72]。

4.1.4 ベトナム

ベトナムは全方位外交を展開しており、各種国際機関をはじめ、国際的、地域的枠組みにも積極的に参加している。また、1986 年の第 6 回党大会において採択された市場経済システムの導入と対外開放化を柱としたドイモイ（刷新）路線を継続、構造改革や国際競争力強化に取り組んでいる[73]。

ベトナムはメコン河支流のセサン川、スレポック川の上流に位置するとともに、メコン河最下流部であるメコンデルタを形成しており、メコン河の上流と下流の双方の性格を有している。メコンデルタについては第 6 章に詳述する。

4.1.5 中国

中国は世界第 2 位の経済規模を有する一方で、自らを「世界最大の途上国」と位置づけ、中国の発展は他国の脅威とはならないとする「平和的発展」を掲げている。また、(1) 国家主権、(2) 国家の安全、(3) 領土の保全、(4) 国家の統一、(5) 中国憲法が確立した国家政治制度、(6) 経済社会の持続可能な発展の基本的保障を「核心的利益」と位置づけ、断固として擁護し、各国に尊重するように求めている。習近平政権は、「中華民族の偉大な復興」のため「特色ある大国外交」を進めるとして、「人類運命共同体」や「新型国際関係」構築の推進といった外交理念を掲げている他、「一帯一路」イニシアチブの下、積極的なインフラ輸出等を推進している[74]。

2021 年 9 月に開催された第 7 回 GMS サミットでは、以下のとおり、李克強首相が 6 つの提案の冒頭で全てのメコン河流域の利益を目的として水資源分野の協力強化について提案、言及している[75]。

- 各国の合法的な権利および関心に基づく適切な水資源の開発および利用は尊重されるべきである。
- 一方で、各国相互間の関心や課題に対応して、合意形成に基づく協力推進が必要である。
- 中国は LMC の協力枠組みを通じて、2020 年から流域各国と瀾滄江の通年の水文情報を共有している。
- 中国が主導して、Lancang-Mekong Water Resources Cooperation Information Sharing Platform のウ

[72] 中国国務院サイト（2021/12/25 閲覧）; 6 countries vow water cooperation
[73] 外務省サイト「ベトナム社会主義共和国基礎データ」より引用（2021/12/25 閲覧）。
[74] 外務省サイト「中華人民共和国基礎データ」より引用（2021/12/25 閲覧）。
[75] 中国国務院サイト（2021/12/25 閲覧）; Full text; Speech by Premier Li Keqiang at Seventh GMS Summit.

ェブサイトを構築した。

- 中国は他国と協力して、Lancang-Mekong 水資源協力に関する第２回閣僚会合を開催するとともに、水資源協力フォーラムを開催することにより、上下流国間の協力促進、流域の統合水資源管理の能力強化に努める。

中国はメコン河流域における国際協力を進めるとともに、中国国内における環境保全に対する関心の高まりや規制の強化を背景として、例えば水利部は 2021 年 8 月に、中国国内の瀾滄江を含む指定区間を対象として、建設行為の審査権限の明確化に関する通知[76]を出している。

4.1.6 ミャンマー

ミャンマー国内におけるメコン河流域については、面積は 24,000 km^2 であり全国土面積（68 万 km^2）の 3.5%程度であること、また流域内推定人口は 20 万人弱で全人口の 1%に満たず、同国の主要河川であるエーヤワディ川およびサルウィン川と比較して、水資源管理上の重要性は限定的である。

ミャンマー国内におけるメコン河を含む河川の主要用途としては舟運があり、運輸・通信省（Ministry of Transport and Communications）が監督官庁である。航路維持の観点から、同省が河川の水文観測や、維持管理も一部行っている。一方、水資源管理に関係する省庁は、農業灌漑省、電力省、産業省、保健省など、水資源の用途に応じて異なる。

ミャンマーは MRC の対話パートナーに、また、LMC のメンバーであるが、2021 年 2 月の政変以降に発信されている情報は限定的である。

4.2 MRCの主たる活動とガバナンス

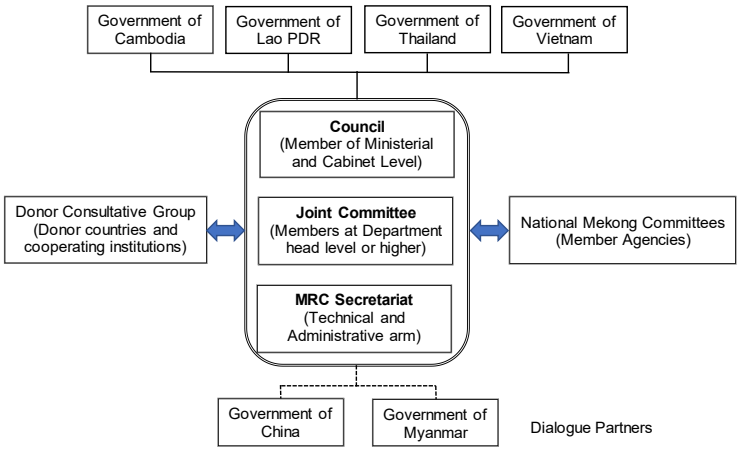
4.2.1 MRC の組織体制

MRC は「1995 年メコン協定」[77]に基づき、1995 年 4 月に設立された地域国際機関である。タイ、ラオス、カンボジア、ベトナムの下流４か国が加盟国であり、上流の中国とミャンマーはオブザーバーとして参加している。

MRC は加盟４か国の閣僚レベルで構成される理事会（Council）、局長レベルで構成される合同委員会（Joint Committee）、技術および事務的サービスを提供する事務局（MRC Secretariat）で構成される。MRC の全体組織図を図 4.2.1 に、事務局の組織図を図 4.2.2 に示す。

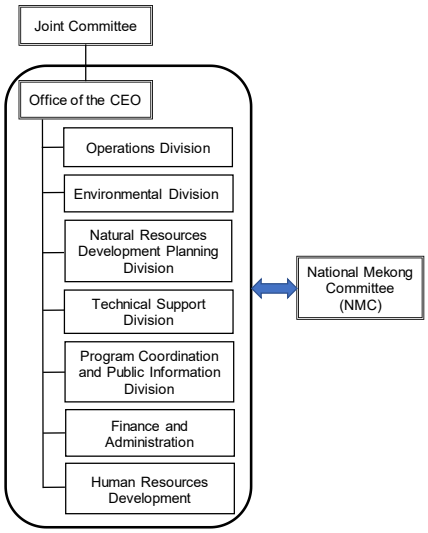
また、加盟各国には国内メコン委員会（NMC; National Mekong Committee）が設立され、各国の関連省庁職員により構成される。図 4.2.3 にカンボジア、図 4.2.4 にラオス、図 4.2.5 にベトナムの NMC 組織図を示す。

[76] 中国水利部サイト（原文は中国語）; 水利部关于印发河湖管理范围内建设项目各流域管理机构审查权限的通知
[77] 正式名称は、Agreement on the Cooperation for the Sustainable Development of the Mekong River Basin (5 April 1995)。



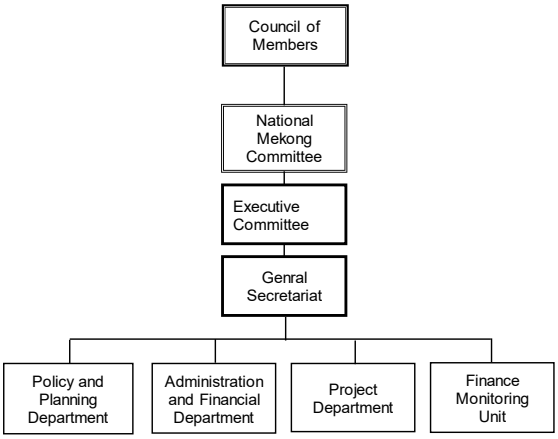
出典：MRC

図 4.2.1　MRC 全体組織図



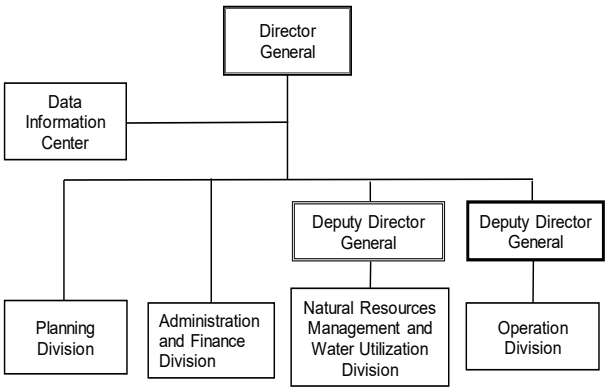
出典：MRC

図 4.2.2　MRC-S 組織図



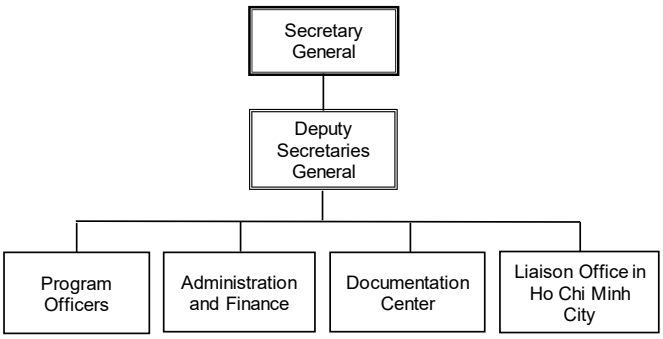
出典：MRC

図 4.2.3　カンボジア NMC 組織図



出典：MRC

図 4.2.4　ラオス NMC 組織図



出典：MRC

図 4.2.5　ベトナム NMC 組織図

4.2.2 MRC の活動

MRC の活動の柱として流域開発計画（Basin Development Plan; BDP）および水利用計画（Water Utilization Plan; WUP）の策定、環境プログラム（Environmental Programme; EP）の実施がある。

MRC では流域上流部の大規模開発が下流に及ぼす影響が議論になっていることから、この影響を評価し適切な開発計画を策定できるようにするために、理事会（Council）の指示によりカウンシル・スタディが実施された。同調査の実施は 2011 年に MRC 加盟国により合意され、報告書（Council Study Report）は 2018 年に加盟国の合意を得た。同報告書では、水力発電開発にともなう国境を越えた河川流量に与える影響は小さいことが述べられている。一方、水力発電開発によってメコンデルタへの土砂流出は大きく減少すること、これによる負の影響緩和のための適切なダムの運用が必要であることを示している。

また、5 年の期間をかけ、流域のデータの収集、分析に基づいた開発の正と負の影響を評価した State of the Basin Report 2018（SOBR2018）が 2019 年に公開された。本書では、次期流域開発戦略（Strategic Plan 2021-2025）更新に向けて、以下の A～F の提言を行っている：

A. 流況および水質モニタリングの継続、強化
B. MRC データ取得および生成アクションプラン（MRC Data Acquisition and Generation Action Plan）の作成と実施
C. 土砂流出現象問題への対応
D. 残された環境資源保全のための緊急行動の必要性への対応
E. 流域計画に基づくより予防的アプローチの採択と分野や国をまたぐトレードオフの調整
F. 中国とミャンマーを含むステークホルダーとの協力維持・強化

4.2.3 MRC の動向

MRC はウェブサイトを利用して、積極的な情報発信を行っている。最近の特徴的な MRC の動向について表 4.2.1 にとりまとめる。

表 4.2.1 MRC の動向

項目	MRC の動向
2019～2020 年の乾季における渇水現象の評価（LMC との共同研究など）	• 2020 年 8 月の Situation Report[78]によると、2020 年は渇水年であった 2019 年に引き続き下流域の低水位が記録されている。2019 年 12 月には MRC 事務局と LMC 水資源センターがデータ共有や研究協力に覚書[79]を締結した。この協力の一環として、2020 年 1 月～9 月（予定）に、渇水の原因究明と対策のための共同調査が実施された。

[78] Mekong River Commission. (2020). Situation report on hydrological conditions in the Lower Mekong River Basin in January-July 2020. Vientiane: MRC Secretariat.
[79] Memorandum of Understanding between the Mekong River commission Secretariat and the Lancang-Mekong Water Resources Cooperation Center, December 17, 2019

項目	MRC の動向
LMI 研究者グループ報告書について	• LMI の枠組みで実施された検討に基づく 2020 年 4 月の報告書[80]（Eyes on Earth study）では、中国国内に建設されたダムによる調整が 2019 年雨季における下流域の水不足の大きな原因としている。これに対して、MRC は即座に注釈書[81]を公開して、より科学的な証拠に基づいて結論を出す必要があるとの反論を行った。
共同環境モニタリング（サヤブリ、ドンサホンダム）の着手（Inception Report）	• GIZ の支援により、2020 年 2 月に下流域で本川に初めて建設されたダムであるサヤブリダムおよびドンサホンダムの共同環境モニタリングプログラム[82]が開始され、5 月に着手報告書[83]が出版された。
本川ダムの建設事前協議（ルアンプラバンダム、サナカムダム）	• 通知および事前協議と合意手順（PNPCA）に基づき、ラオスで計画されているルアンプラバンダムの建設事前協議は 2019 年 10 月に開始された。また、ラオス政府が要請しているサナカムダムの建設事前協議は、ルアンプラバンダムの協議終了後に開始されることになっている。コロナの影響を受け、協議方法やスケジュールについては柔軟に対応することになっている。

出典：MRC, MRC web サイト

4.2.4 5 Procedures の適用条件

1995 年メコン協定は 6 章 42 条から構成されており、メコン河流域の持続的な水資源開発、保護、管理のための協力に合意したものであり、水力発電、舟運、農漁業、洪水防御など広範な協力分野を想定している。この合意を実現する手法として、以下の５つの手順（Procedure）が制定されている：

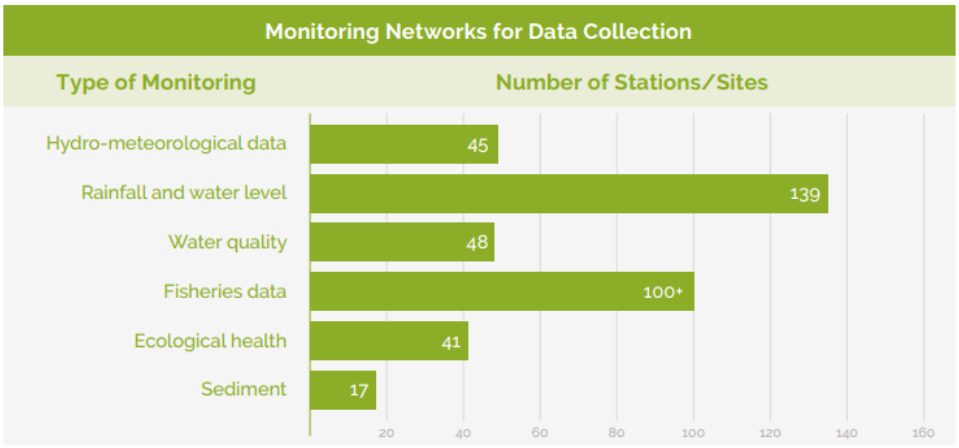
（１）データおよび情報交換・共有手順（Procedures for Data and Information Exchange and Sharing; PDIES
（２）水利用モニタリング手順（Procedures for Water Use Monitoring; PWUM）
（３）通知および事前協議と合意手順（Procedures for Notification, Prior Consultation and Agreement; PNPCA）
（４）本川の流量維持手順（Procedures for the Maintenance of Flows on the Mainstream; PMFM）
（５）水質に関する手順（Procedures for Water Quality; PWQ）

以下に各手順の概要を示す。

(1) データおよび情報交換・共有手順（PDIES）

PDIES（Procedures for Data and Information Exchange and Sharing）は、メコン河流域の水資源の共同管理を強化する目的で 2001 年に制定された。PDIES により各国が調査した水文、気象、地形、灌漑、舟運、洪水管理、水力発電、環境、社会経済、観光などの情報が共有される。図 4.2.6 に示すモニタリングネットワークから取得されたデータが活用されている。

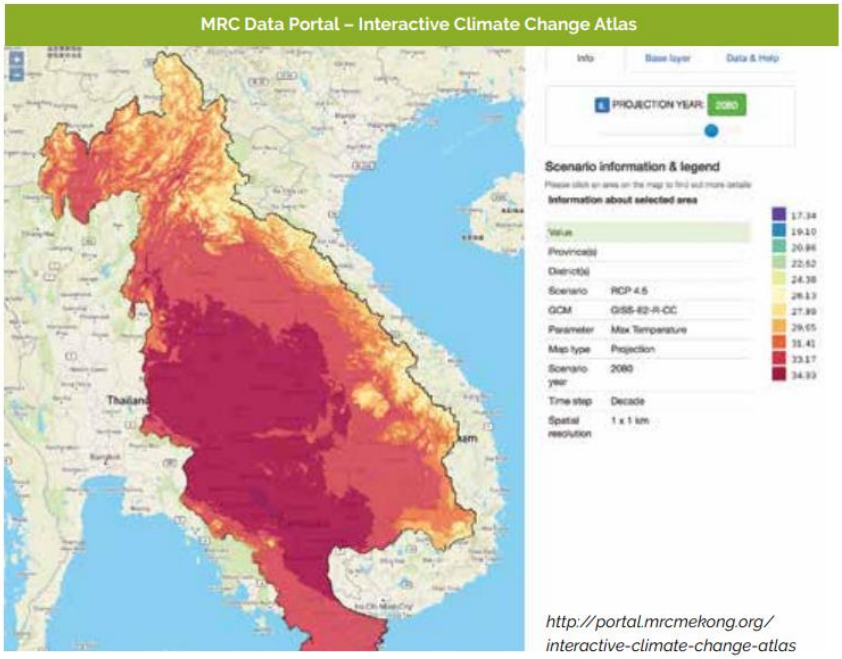
[80] Alan Basist and Claude Williams (2020). Monitoring the Quality of Water Flowing through the Upper Mekong Basin under Natural (Umimpeded) Conditions
[81] MRC. (2020). Understanding the Mekong River's hydrological conditions: A brief commentary note on the "Monitoring the Quantity of Water Flowing Through the Upper Mekong Basin Under Natural (Unimpeded) Conditions" study by Alan Basist and Claude Williams (2020). Vientiane: MRC Secretariat.
[82] Joint Environment Monitoring of Mekong Mainstream Hydropower Projects (JEM)
[83] Mekong River Commission. (2020). Piloting a Joint Environmental Monitoring Programme on two Mekong mainstream dams 'Don Sahong Hydropower Project and Xayaburi Hydropower Project': An inception report. Vientiane: MRC Secretariat.



出典：MRC, An Introduction to MRC Procedural Rules for Mekong Water Cooperation, July 2018

図 4.2.6　PDIES によるモニタリングネットワーク

MRC において検証された水文、洪水、水質、気候変動などのデータや予測値は、MRC Data and Information Services[84] において検索、ダウンロードすることができる。また、図 4.2.7 に示すように、気候変動マップで降雨量や平均気温などの気候パラメータを選択して、シナリオ毎に将来の気候変動による影響を確認することができる。



出典：MRC, An Introduction to MRC Procedural Rules for Mekong Water Cooperation, July 2018

図 4.2.7　PDIES Data Portal インタラクティブ気候変動マップ

[84] MRC Data and Information Services (https://portal.mrcmekong.org)

(2) 水利用モニタリング手順（PWUM）

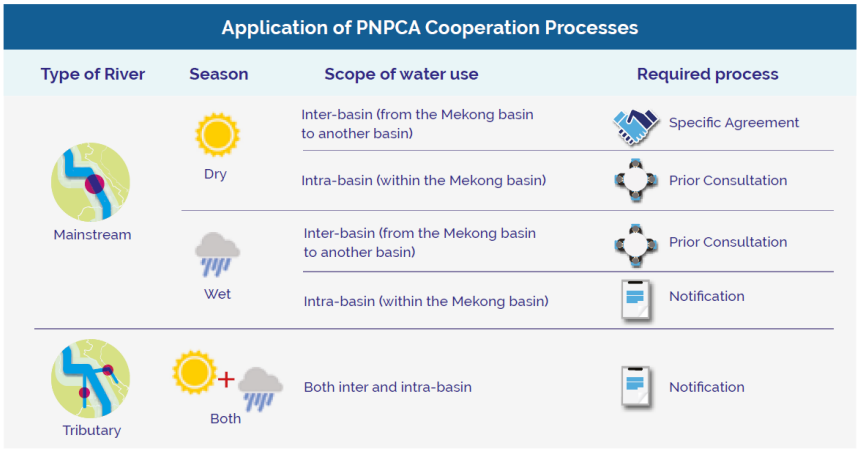
MRC とその加盟国は、メコン河に影響を与える水利用のモニタリングシステムを支援するために、2003 年に PWUM（Procedures for Water Use Monitoring）を制定した。PWUM では、メコン河流域内およびメコン河流域に重大な影響を与える可能性のある他流域の水利用モニタリングのために、MRC 加盟国はデータを収集して提出しなくてはならないことが定められている。MRCS はこのデータから報告書を作成し、水利用の改善提案を行っている。

(3) 通知および事前協議と合意手順（PNPCA）

PNPCA（Procedures for Notification, Prior Consultation and Agreement）では、図 4.2.8 に示すとおり、本川・支川ダムの建設に関して、その名の通り、通知（Notification）、事前協議（Prior Consultation）、合意（Agreement）が規定されている。これによれば、支川ダムについては、”Notification”のみが義務付けられており、”Prior Consultation”や”Agreement”の義務はない。これら三つのルールは表 4.2.2 の通り定義されている。

表 4.2.2 PNPCR のルールの定義

出典：MRC, An Introduction to MRC Procedural Rules for Mekong Water Cooperation, July 2018



出典：MRC, An Introduction to MRC Procedural Rules for Mekong Water Cooperation, July 2018

図 4.2.8 PNPCA の適用範囲

1995 年から 2018 年の間に MRC は 59 の水事業に関して通知や事前協議の報告を受けているが、合意まで至ったものはない。

(4) 本川の流量維持手順（PMFM）

PMFM（Procedures for the Maintenance of Flows on the Mainstream）は生態系保全などのためにメコン河およびトンレサップ川の流況を維持するために制定された。図 4.2.9 に示す流況評価基準が定められている。

Criteria on Water Flow

River	Season	Type of Flow to maintain	Flow Assessment Criteria for Monitoring	Flow Assessment Criteria for Planning
Mekong River	Dry	Minimum monthly flow	A set of minimum daily flow	A set of minimum monthly flow
	Flood	Maximum daily peak flow	A set of maximum daily flow	A set of maximum monthly flow
Tonle Sap River	Wet	Reverse flow	A range of historical daily flow at Prek Kdam	A range of seasonal flow at Kratie

出典：MRC, An Introduction to MRC Procedural Rules for Mekong Water Cooperation, July 2018

図 4.2.9 PMFM の流況評価基準

加盟国は、図 4.2.10 に示す 12 か所の観測所における流量や水位などの情報を、雨季は毎日、乾季は週に 1 度調査することになっており、MRC が分析した流況を PMFM website[85]において発信している。

[85] PMFM website: pmfm.mrcmekong.org

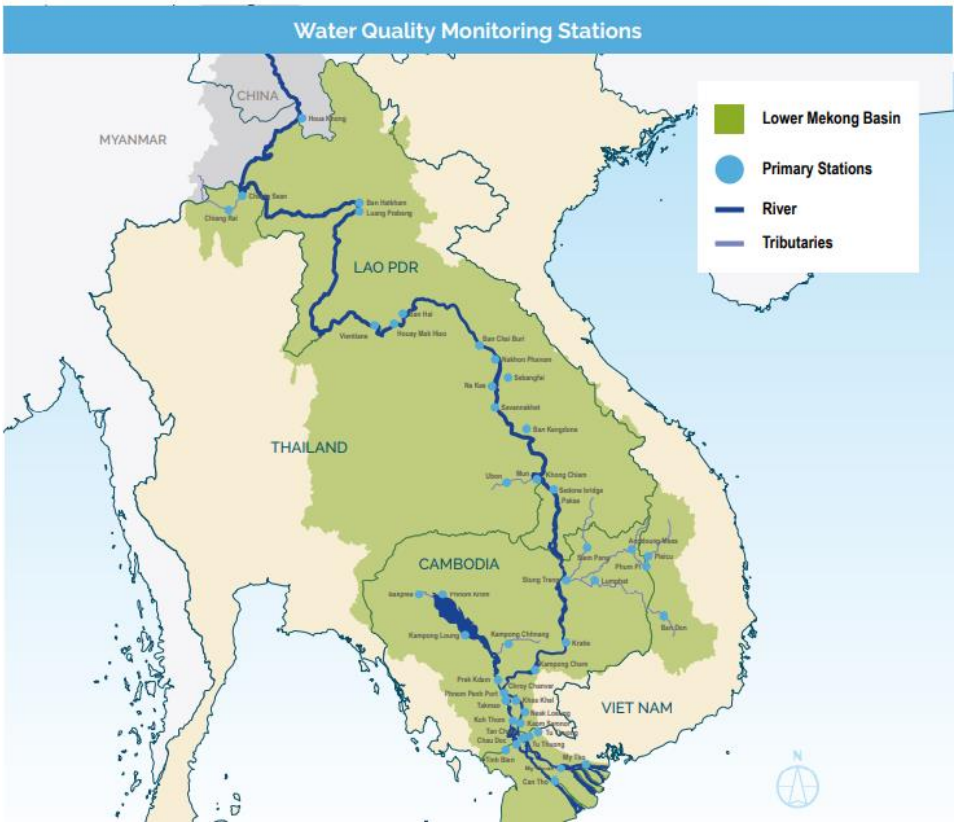
出典：MRC, An Introduction to MRC Procedural Rules for Mekong Water Cooperation, July 2018

図 4.2.10　モニタリングを行っている水文観測所

(5)　水質に関する手順（PWQ）

PWQ（Procedures for Water Quality）はメコン河およびバサック川の水質管理を目的として 2011 年に制定された。PWQ では定期的な水質のモニタリングと、油の流出など緊急時対応の２つのアクションを定義している。

1985 年にメコン河下流域で観測が開始された水質観測所は、図 4.2.11 に示すとおり、現在では 48 か所になり、水温、pH、塩分濃度など 12 項目について月に一回観測している。その情報を基に、表 4.2.3 に示すとおり、High、Good、Moderate、Poor、Very poor の 5 段階で水質を評価している。



出典：MRC, An Introduction to MRC Procedural Rules for Mekong Water Cooperation, July 2018

図 4.2.11　水質のモニタリングステーション

表 4.2.3　水質の評価分類

Classification of Water Quality					
Aquatic Life	High	Good	Moderate	Poor	Very poor
Human Health	Excellent	Good	Moderate	Poor	Very poor

出典：MRC, An Introduction to MRC Procedural Rules for Mekong Water Cooperation, July 2018

水質モニタリングに関する情報は、Lower Mekong Regional Water Quality Monitoring Report において毎年報告されるとともに、主要観測所の情報に関しては MRC Data and Information Services の Water quality conditions[86]サイトに公開されている。

4.2.5　MRC の将来動向

近年、MRC は情報発信を積極的に行っている。タイムリーに水文情報を評価し、レポートを公開するなど、情報共有に力を入れている。一方で、BDP/SP の基本方針として、MRC の権限の分散化が行

[86] MRC Data and Information Services; Water quality conditions

われており、以前から指摘されるガバナンス改善の動きはあまり見られない。

2019 年～2020 年の下流域における渇水現象の原因は、上流中国のカスケードダムのよる貯留にあると Eyes on Earth は主張した。これに対し、MRC は即座にその手法の不適切さを指摘、反論し、その後の水文レポートでも至近のデータを公開し解説するなど、言動には中国への深い配慮がうかがえる。これらの動向からも、今後、益々MRC と LMC との繋がりは強化されると見られ、長期的な視点でのMRC への協力の方向性は、その組織体制と権限の変化に十分な注意が必要である。

MRC の今後の動向としては、BDP/SP の実施とそのモニタリングと合わせ、本流ダムの PNPCA の手続きの進捗と関連情報の共有に注視する必要がある。

4.3 既存協力枠組みの動向

4.3.1 日メコン協力[87]

2020 年 11 月 13 日、第 12 回日本・メコン地域諸国首脳会議が菅首相出席のもと、オンラインで開催された。会議には、カンボジア、ラオス、ミャンマー、タイ、ベトナム各国の首脳が出席した。ここでは、「東京戦略 2018」の下で、メコン地域の持続可能な開発のための協力をさらに推進していくとのコミットメントが再確認された。東京戦略 2018 は、メコン地域における、ハード連結性、ソフト連結性、産業連結性の３本柱を基本としている。各国首脳は、水資源管理に関して、持続可能な水資源管理のための協力や、日メコン協力と MRC との協力を強化するためのコミットメントを強調した。この関連で、日本政府はメコン河流域の洪水・渇水管理プロジェクトに対して 373 万米ドルの無償資金協力を提供することを発表し、すでに実施済みである。

日メコン協力は、流域国の国土全体を視野に入れた多くのセクターに跨る協力枠組みで、水資源分野に特化したものではない。従って、メコン河流域を意識してターゲットにしているわけではなく、環境に配慮した都市開発、運輸・物流、特に東西・南部経済回廊の強化、教育・人材育成、などへの協力が主体である。尚、日メコン協力には、経済産業省が主体となって進める協力枠組みもある。この枠組みのもと、2021 年 8 月 27 日、第 12 回日メコン経済大臣会合（ビデオ会議）が開催され、「メコン産業開発ビジョン 2.0」を実現する重要性が再確認された。そして、ビジョンの確実な実行のため、メコン各国、日本及び開発パートナーから提出された具体的なプロジェクトを盛り込んだ「ワークプログラム」（2020 年～2023 年）の策定に合意し、共同メディア声明を発出している。

4.3.2 LMC

LMC（Lancang Mekong Cooperation）はタイが提案したメコン流域の持続可能な開発を目的とするイニシアティブに基づいて、中国が設立を提案した、2016 年に設けられた流域６か国の協力の枠組みである。LMC は、①政治の安定と安全保障、②持続可能な経済開発、③文化と人の交流を３つの協力の

[87] https://www.mofa.go.jp/mofaj/s_sa/sea1/page3_002925.html

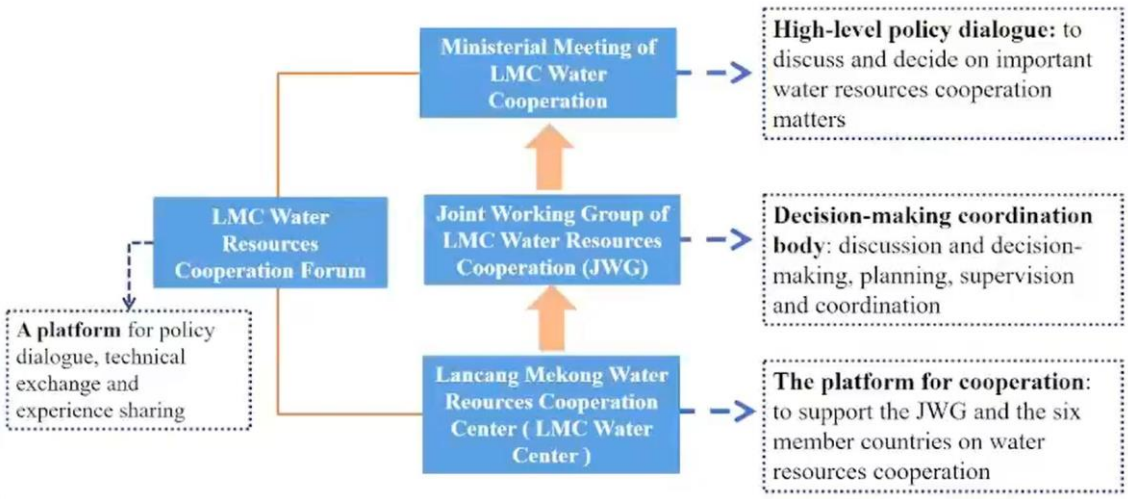
柱として、５つの優先領域、すなわち、(1) 連結性向上、(2) 生産性向上、(3) 越境経済協力推進、(4) 水資源管理の改善、(5) 農業振興と貧困撲滅を目的とした「３＋５」と呼ばれる協力の枠組みに基づいて活動している。LMC の枠組みのもとに、メコン河流域の水資源管理を扱う Lancang-Mekong Water Resources Cooperation Center（瀾湄水資源合作中心；中国では水利部が主導）や、環境関連協力を進める Lancang-Mekong Environmental Cooperation Center（瀾滄江湄公河環境合作中心；中国では生態環境部が主導）が設立された。LMC には各国の対外関係を扱う省庁を始めとする数多くの機関が関与している。

中国が主導する LMC は流域国との協力の枠組みを一段と強化しつつある。2020 年 9 月、李克強首相が通年の通年の水文情報（中国領内 2 ヶ所、2 回/日）を公開すると宣言し、その後、中国の主導により構築された Lancang-Mekong Water Resources Cooperation Information Sharing Platform を通じて情報公開している。また、LNMC の関係者へのヒアリングを通じて、LMC はラオス政府関係機関や LNMC の職員の能力強化を図るため、技術講習や研修プログラム等を積極的に展開している事実を確認するとともに、人的交流も活発化させており流域国から一定の評価を得ていることが分かった。

また、2021 年は、2016 年 3 月 23 日に海南省三亜市で発足した LMC の設立 5 周年にあたり、"Lancang-Mekong Cooperation: After Five Fruitful Years, A Journey Awaits – Making the Fifth Anniversary of the Lancang-Mekong Cooperation"と題し記念式典を 2021 年 3 月[88]、昆明で開催した。流域 6 ヶ国の関係者が集合し、この５年間で相互協力の強固な基盤を築き、相互信頼を深める事ができたと振り返り、今後も良き隣人として連帯のパートナーとしての親和性を目指す、と宣言した。これを合わせて、LMC は、育成と急速な拡大の段階を経て、包括的な開発の新しい段階に入ったことを、メディアを通じて発表した。さらに、LMC は協力分野を、従来の水資源管理、環境、農業、若年層の職業訓練などから、現在は、デジタル経済、環境保護、保健、税関、等の分野に拡大している[89]。

また、Lancang Mekong Cooperation Water Center（LMCWC）は、2021 年 12 月 7 日~8 日、第 2 回 Lancang-Mekong Water Resources Cooperation Forum を開催し、流域国の政府機関及び主要ドナー関係者など多数が参加した。2 日間に渡り、6 セッションに分かれ、合計で 70 名以上の発表者が登壇した（オンライン＋対面形式）。協議の結果として、2 日目の最後に、「北京宣言」が公表され、共有された。LMC Water Cooperation の組織図を図 4.3.1 に示す。

[88] http://www.lmcchina.org/eng/2021-03/23/content_41530584.html
[89] http://www.lmcchina.org/2021-03/24/content_41507076.htm



出典：LMC-Water の Hao Zhao 長官のプレゼン資料から抜粋

図 4.3.1 LMC-Water の組織図

一方、関連する中国国内の国際的な動きとして、生物の多様性をどう守るかを話し合う国連生物多様性サミット- 第 15 回締約国会議（COP15）が、中国の昆明で 2021 年 10 月 11 日～24 日の会期で開催された（コロナウィルス感染拡大のため 2 回に渡り開催時期が延期された）。今回は、2010 年に採択された「愛知目標（ターゲット）」に代わる新たな目標を今後、確実に採択するとした「昆明宣言」を取りまとめた(Phase 1)。本宣言では「生物多様性の喪失や海洋汚染など前例のない危機が私たちの惑星と社会の営みをおびやかしている」と指摘し、その損失を食い止めるため各国が国家戦略を強化し、法整備を進める必要性などを強調している。新たな目標は、2022 年 4 月から 5 月にかけて昆明で再び開かれる対面交渉（Phase 2）での採択を目指しており、利害がぶつかり合う先進国と途上国の意見をどう調整していくかが課題となっている。その後の流域国の水資源開発・管理政策への影響を注視する必要がある。

上記「愛知目標」では野生動物の個体数の減少や森林破壊を食い止めることなどが掲げられたが、その多くは達成できず、新たな目標ではどれだけ野心的な内容を打ち出せるかが焦点と見られている。2030 年までに各国が陸域と海域の 30%を生物保護区にするといった新たな世界目標の合意を目指している。中国の習近平（シー・ジンピン）国家主席は、2021 年 10 月 12 日の首脳級会合で、途上国の生物多様性保護を支援するために 15 億元（約 260 億円）を投じて「昆明生物多様性基金」を創設する方針を表明し、我が国の山口壮環境相も途上国支援に 10 億円を追加出資すると約束した[90]。

4.3.3 LMI（US-Mekong Partnership）

LMI（Lower Mekong Initiative）は 2009 年に米国の主導により設立され、中国を除くメコン河流域 5 か国と米国により構成される地域協力の枠組みである。①健康、②連結性、③教育、④エネルギーの安全保障、⑤環境と水資源、⑥農業と食糧の安全保障を活動の柱としている。我が国を含む西側諸国と、世銀、ADB を含む国際機関が、Friends of Lower Mekong (FLM)に位置付けられ、地域協力に関す

[90] 日本経済新聞 2021 年 10 月 14 日付

る活動に参加するとともに、FLM 閣僚級会合を開催している。

環境と水資源に関しては、米国国務省の財政支援により Pact Thailand が運営する Sustainable Infrastructure Program (SIP)があり、Mekong Water Data Initiative (MWDI)を通じた水資源関連情報の共有や人材育成活動を実施している。2019 年 8 月にメコン諸国の電力セクターの持続可能な開発に関する共同声明を発表するなど、LMI と我が国は協力を進めてきた。

アメリカ合衆国は、従来の LMI（Lower Mekong Initiative）を通じた協力をさらに強化するために、パートナーシップ＝US-Mekong Partnership に格上げした。2020 年 9 月 11 日、ベトナムのファム・ビン・ミン副首相権外相とアメリカのスティーブン・ビーガン国務副長官の共催で第 1 回メコン・米国パートナーシップ閣僚会議がオンライン形式で開催され、カンボジア、ラオス、ミャンマー、タイの外相、及び、ASEAN の事務総長が参加した。この席上で、アメリカ側はメコン諸国との協力関係をパートナーシップに格上げすることを公表し、流域開発の関連事業に 1 億 5 千万ドル（約 160 億円）超の拠出を表明した[91]。

4.3.4 GMS

1992 年、ADB は自らのイニシアティブにより GMS=Greater Mekong Subregion プログラムを開始した。これは、メコン河流域 6 ヶ国（ラオス、ミャンマー、タイ、カンボジア、ベトナム、中国雲南省、後に広西チワン族自治区が加わる）、を対象とし、経済関係をより緊密化し経済協力を推進していくことを目指している。非公式な枠組みによる運営を前提としており、一般的な指針や制度的取決めがある他は非常に緩やかなものとなっており、各国間で協議し、優先プロジェクトを選定している。尚、2030 年までと以降の開発計画を、”The Greater Mekong Subregion 2030 and Beyond- Integration, Upgrading, Cities and Connectivity, March 2021”に掲載し公表している。本報告書では、メンバー国（特に、ラオス、ミャンマー、カンボジア、ベトナム）における最低レベルにある一人当たり収入と生活水準の底上げを目指した経済成長の加速化を目指している。報告書は、パート１：地球規模の経済への統合と向上、パート２：成長エンジンとしての都市の役割、パート３：道路インフラの質的改良、貿易統制の強化と競争力のある都市の連結の必要性、で構成される[92]。

4.3.5 ACMECS

(1) 目的と機能[93]

2003 年 4 月、バンコクで開催された特別 ASEAN サミットで、タイのタクシン首相（当時）はカンボジア、ラオス、ミャンマー、タイ間の経済協力戦略構想を提唱した。その後、同年 11 月 12 日、ミャンマーのバガンで同構想に基づきサミットを開催し、パガン宣言として発表され、この地域を流れる主要河川の名称を付け、イラワジ・チャオプラヤ・メコン経済協力戦略会議（ACMECS）と命名された。ベトナムは、設立当初は本協定に加盟していなかったが、2004 年 4 月に、参加の意向を表明し、

[91] https://nordot.app/677401080164140129?c=39546741839462401
[92] https://www.adb.org/sites/default/files/publication/670396/gms-2030-integration-upgrading-cities-connectivity.pdf
[93] JETRO 海外研究員レポート 2003 年 11 月 http://hdl.handle.net/2344/00050082

5 月 10 日付けで加盟国となった。ACMECS の経済協力戦略（ECS: Economic Cooperation Strategy）は、以下の目的を持つ。

1) 国境に沿って、競争力の向上と成長をもたらすこと
2) 比較優位をもった場所に農業と製造業の移転を促進すること
3) 4 ヶ国の所得格差を縮小させ雇用機会を創設すること
4) 平和、安定の向上、及び持続的繁栄を達成すること

(2) 協力分野

具体的な協力分野は、以下の 5 分野である。

1) 貿易と投資の促進
   関係国の比較優位の活用、円滑な物資の流通と雇用創設のための投資の促進、所得増大と社会経済的格差の縮小
2) 農業と工業での協力
   インフラ機能、共同生産、マーケティング・購買面の制度、研究開発、情報交換等の改善により協力を促進
3) 輸送リンケージでの協力
   関係国間の輸送リンケージの開発と活用、これにより貿易、投資、農工業生産、観光を促進
4) 観光における協力
   関係国間の観光協力のための合同戦略の促進、4 ヶ国あるいは域外からの観光を促進
5) 人的資源開発
   同地域の人材と制度の開発・構築、人的資源開発戦略の策定

(3) ACMECS マスタープラン

2018 年 6 月 16 日、流域 5 ヶ国はバンコクで首脳会議を開催し、インフラ整備での協力拡大などを盛り込んだ 2023 年までのマスタープラン（中期計画）を採択した。各国を陸路でつなぐ経済回廊の完成や、通関ルールの共通化などを通じて域内の貿易活性化を目指している。本マスタープランには、ベトナム、ラオス、タイ、ミャンマーを結ぶ「東西経済回廊」と、ベトナム、カンボジア、タイ、ミャンマーを結ぶ「南部経済回廊」の 2 つの回廊を 2 年後に完成させることを最優先事項として掲げた。通関の迅速化も含まれる。東西経済回廊については、モノの輸送にかかる時間を現状の 5 日間から 30 時間に短縮する。各国間の送電網整備や、IT（情報技術）など先端産業の人材育成でも協力する。議長国であるタイは、計画に必要な資金を拠出する共同のインフラファンドの設置を提案した。タイのプラユット暫定首相は会議後の記者会見で「5 カ国の結束を強化し、経済発展の差を埋めてメコン地域の持続的成長を推進したい」と強調した[94]。

2019 年、日本は ACMECS の正式な開発パートナーとなった。マスタープランの実現に向け、日本

[94] 日本経済新聞 HP 2018 年 6 月 16 日 https://www.nikkei.com/article/DGXMZO31870860W8A610C1000000/

の支援で現在実施中または検討中の案件は約 160 件近くある（無償、円借款、技術協力等様々なスキームの合計）[95]。また、GMS（Greater Mekong Subregion）プログラムの経済回廊計画として既に決定されていながら、重ねて ACMECS プログラムとしても裏付けされているものもある。

(4) 協力枠組みとして特徴

ACMECS は、タイの近隣諸国との経済協力構想である。近隣諸国を含めての地域開発は、タイ自身の自国の地域開発にとっても不可欠である。タイは、GMS 構想や ACMECS 構想を取り込む形で周辺諸国と一体となった地域開発を目指しているといえる。これらの構想に沿っての近隣諸国と道路建設や橋梁等のインフラ整備、国境における流通のワンストップ・サービス化、国境経済圏の創設、観光プロジェトの振興等は、タイと周辺国のとの貿易、投資、サービスにわたる経済関係をより活性化させる方向にある。一方、水資源開発・管理セクターに関しては、対象とする協力分野としては特に言及されておらず、これまでのところ MRC の活動及び責任管掌と一線を画しているように見受けられる。

4.4 ドナーの動向

主要ドナーによる水資源管理に係る協力について、特に至近 10 年間に実施された、または実施中の本調査に関連が深いと思われる活動に焦点を当て、その概要を以下に記載する。

4.4.1 世銀

世銀は、1995 年の MRC の発足以降継続的に支援している。2000 年から 2006 年まで、WB-WUP（水利用規定策定プロジェクト）のもと MRC の 5 つの手続き（PDIES、PWUM、PNPCA、PMFM、PWQ）策定の支援を行った。また、2012 年から 2021 年にかけて、M-IWRM（メコン統合水資源管理プロジェクト）に関する支援が実施され、ほぼ終了した。このプロジェクトは、下流国への持続可能な水資源開発に対する貢献と IWRM の理念の普及と実践に対する協力を目的とし、その活動は 3 つのコンポーネント分けられる。一つ目は、流域国間の対話の促進支援（地域の水資源管理の強化：環境影響リスク、災害リスク評価手法の導入、等）、二つ目は、国家水資源管理の強化のための支援（法制度・組織・人材育成の強化：ラオスにおける新水法制定の支援、等）、三つ目は、特に保全が必要な地域（特定地域の管理強化：氾濫原管理の強化支援、等）の管理支援、である。上記一つ目のコンポーネントには、ベトナムとカンボジアにまたがる Sesan-Sre Pok 川（2S）流域での Joint Transboundary Project（= Sesan and Srepok River Basins Water Resources Management Project）が含まれ、越境水資源管理に係る支援（モニタリングやダム運用による環境影響の緩和策の支援、等）が実施された。プロジェクトの全体予算は、約 58 億円（US$51.0 mil.）である。

さらに、世銀グループは、上記 M-IWRM の後継のセクター協力プログラムとして、メコン河流域間の連携強化を目指し、2020 年に Mekong Vision 3.0 を策定し、実施中である。この Mekong Vision 3.0

[95] 外務省情報 https://www.mofa.go.jp/files/000406736.pdf

は、短中期的な支援から長期的支援を前提に 3 つの Phase に分けられている。その具体的な内容は未確認のため、我が国の協力を推進する際には、この世銀グループの活動内容の確認が必要である。

また、dam safety[96]の支援を３ヶ国（タイ、カンボジア、ベトナム）で予定している。

4.4.2 ADB

ADB は、カンボジアの MOWRAM が実施機関となり 2010 年から 2021 年まで実施した水資源管理の能力向上と灌漑を主目的とする Water Resources Management Sector Development Program にローンを供与した。この一環として、今後の灌漑開発などに向け MOWRAM の意思決定に必要となる情報の整理と提供を目的として、トンレサップ湖周辺流域とメコンデルタ（カンボジア領内）を対象地域とした、Rapid Assessments on the Status of Water Resources and Eco-hydrological Environments for the Tonle Sap and Mekong Delta River Basin Groups and River Basin Surface が 2019 年に実施された。最終報告書は 2019 年 12 月に公開され、トンレサップ湖流域では、灌漑に必要となる水資源需要が、流域の水資源賦存量を大きく上回っていること、これに対してカンボジア領内のメコンデルタでは灌漑に必要な水資源を確保できるとしている。

尚、ADB は、GMS の枠組みで、1992 年以降、継続的に流域国を支援している。GMS はメコン河流域をターゲットとはしていないが、MRC を除くと最も古い協力枠組みである（4.3.4 節参照）。

4.4.3 GTZ

Joint Environmental Monitoring（JEM）を支援中で、2020 年 5 月に、Inception Report を公開済みである。Sayaburi Dam と Don Sahong Dam の上下流でモニタリングを実施中で、モニタリングの項目は、水文・土砂・水質・生態系・魚種、等、多岐に及ぶ。Mekong Basket Fund へ資金供与も行っている。GTZ は、MRC 内（Vientiane）にコンサルタントを常駐させ、技術的な支援を幅広く展開している。MRC の出先機関である RFDMC（Regional Flood and Drought Management Center、Phnom Penh）にも技術者を派遣し、MRC の活動を日常的に支援しており、MRC の基幹となる活動においてその影響力は大きいと推察される。

4.4.4 AFD[97]

AFD による支援は、水資源管理、灌漑用水の管理等多岐に渡っている。優先課題としては気候変動があり、資金協力の約 75%が気候変動の適応策に充てられている。対象国によって支援する分野は異なる。例えば、カンボジアでは農業開発や灌漑プロジェクトが中心で、Stung Sankger 流域で参加型水資源管理の協力を実施中である。これらトンレサップ湖周辺の水資源管理に対する協力を通じて、Tonle Sap Authority の支援も行っている。一方、都市給水分野では、プノンペン水道公社や地方都市の水道事業体を通じて技術協力を行っている。また、MRC への協力としては、1995 年設立当初から資金提供を行うと同時に、観測所の設置や解析ツールの開発に向けた支援を実施している。また、AFD

[96] 世銀は、ダムの安全管理・リスク管理に関する知見をまとめた ”Good Practice Note on Dam Safety” を 2020 年 10 月に公開した。
[97] オンラインヒアリング時の収集情報に基づく（2021 年 11 月 10 日実施）

はラオスを対象に Coordination Monitoring Center（CMC）プロジェクトを 2018 年より実施している。これは、水文・発電データ共有のプラットフォーム（データベース）構築、ダム運用の最適化、ダムの安全性向上などを目指している。F/S が 2020 年に終了したが、その後、実施に関してはラオス政府との合意に至っておらず、資金繰りが最大の課題と見られ現時点で中断されている。USD 4.0 mil.（初期段階の設備投資と事業の運営費）の資金が必要とされているが、その負担先や事業の実施体制、責任機関等もまだ決まっていない状況である。

4.4.5 アメリカ合衆国

アメリカ合衆国により支援には、**4.3.3** 節に述べた US-Mekong Partnership がある。この US-Mekong Partnership と Chino Cienega Foundation、寄附による支援を得て、Stimson Center の東南アジアプログラムと Eyes on Earth, Inc が協力して、衛星情報と GIS などを活用した、準リアルタイムでメコン河流域のダム貯水池、環境影響に関する情報を公開する Mekong Dam Monitor[98]を開発した。このシステムには、中国領内のダムも含まれており、**4.2.5** 節などで述べたとおり本システムに基づく解釈の信頼性についてについて議論が起きている。

また、Stimson Center は USAID などの支援を得て、メコン河流域を含む GMS 地域のインフラ開発状況、開発による影響、森林の状況などをモニタリングする Mekong Infrastructure Tracker[99]を開発、公開しており、誰でも利用が可能である。

4.5 メコン河流域における協力の動向

以上のとおりメコン河流域各国や、下流４か国が加盟する MRC、メコン地域の協力の様々な枠組み、ドナーの活動は多岐にわたるとともに、国際的な政治や動向も活動内容に影響を与える。一方、多くの機関や枠組みは、メコン河の統合水資源管理をより一層進める方向で一致しているものの、地域的な問題に対する対応の違いや利害の対立、情報共有、ガバナンス、調整能力といった点が、より望ましい水資源管理にむけた課題となっている。

[98] Mekong Dam Monitor (https://www.stimson.org/project/mekong-dam-monitor/) (2022/2/20 閲覧)
[99] Mekong Infrastructure Tracker (https://www.stimson.org/project/mekong-infrastructure/) (2022/2/20 閲覧)

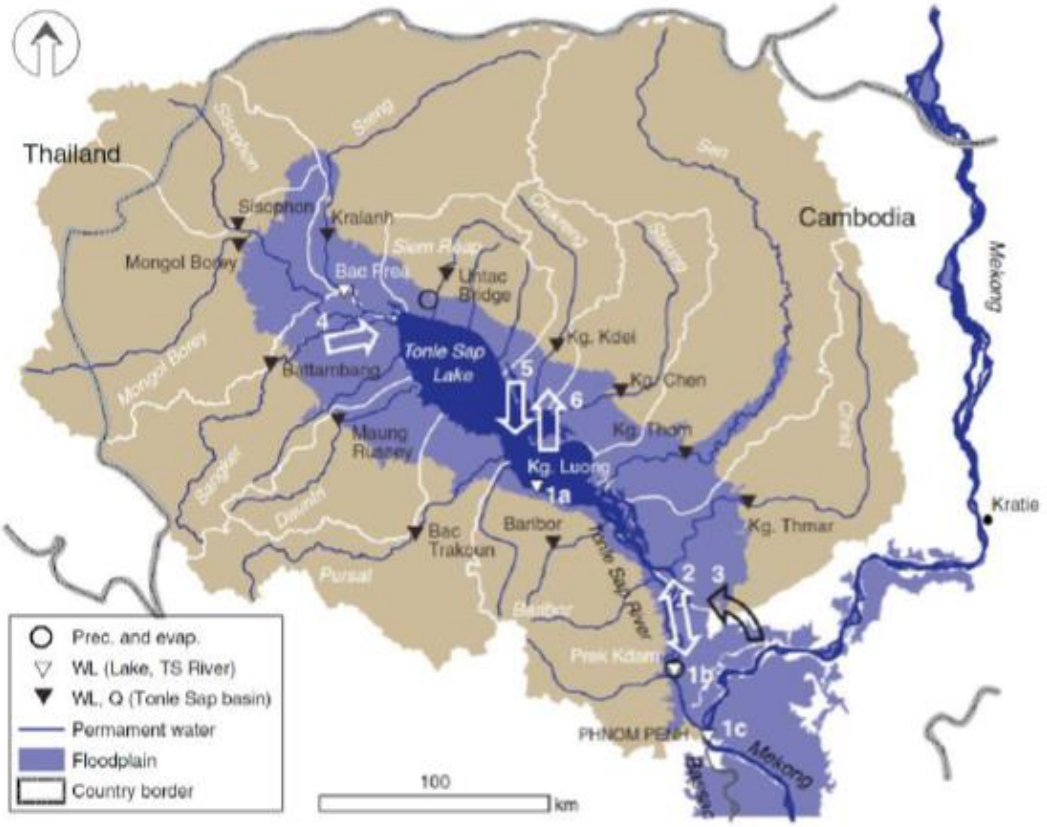
第 5 章　　トンレサップ湖の環境社会影響

5.1　　トンレサップ湖及び周辺流域の自然・社会・環境特性

5.1.1　流域の概要

(1)　　水文・水理特性

トンレサップ湖は、カンボジア国内に位置し、周辺流域を含めた総流域面積は約 81,700km^2 で、計 11 の小河川が流入する。流域平均年間降雨量は 1,350 mm である。湖水面積及び容量は、メコン河本川の水位の影響を受け、大きく変動し、雨季には本川から湖に向けて逆流（Reverse Flow）が発生する。図 5.1.1 にトンレサップ湖の支川流域分割と水文的な特徴を図示し、表 5.1.1 に湖の主要指標を示す。



凡例：(1a-c) 水位観測地点、(2) Prek Kdam における流量観測地点、(3) 本流からの越流（Overland flow）、(4) 支流からの流入、(5) 降雨量、(6) 蒸発散量
出典：Procedure for PMFM, Comprehensive Information Report, Apr. 2018, MRC

図 5.1.1　トンレサップ湖及び周辺流域の水文特性

表 5.1.1　トンレサップ湖の年平均水位、面積、容積

項目	年平均値		年間平均差異
	最低	最大	
水位	1.3 masl	9.0 masl	7.7 m
面積	2,200 km^2	13,000 km^2	10,800 km^2
容積	1.5 km^3	57.5 km^3	56 km^3

出典：Procedure for PMFM, Comprehensive Information Report, Apr. 2018, MRC

表 5.1.2　トンレサップ湖の年平均水収支

項目	湖への流入				湖からの流出		
	支流域	メコン本流	降雨	合計	メコン本流	蒸発散	合計
流量（km^3）	29	43	10	82	70	9	79
比率（%）	35	52	13	100	88	12	100

出典：Procedure for PMFM, Comprehensive Information Report, Apr. 2018, MRC
元データは、”Kummu, M., and J. Sarkkula, 2008. Impact of the Mekong River flow alteration on the Tonle Sap flood pulse. AMIBO 37: 185-192”から

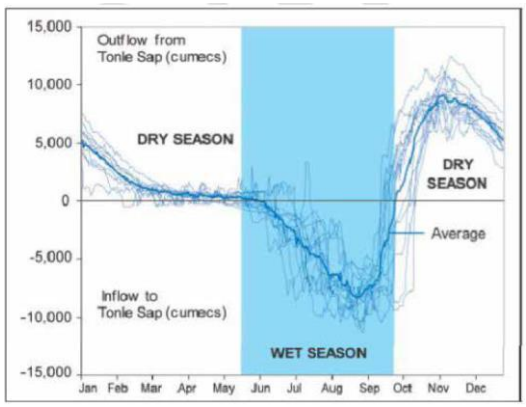
湖の年間の水収支は、表 5.1.2 に示すとおりで、雨季におけるメコン河本川からの流入がおよそ半分を占め、残りの半分が、周辺の支流域と湖への降雨量とからなる。

(2)　季節変動の特徴

過去の観測データから、トンレサップ湖への流入と流出は、雨季の継続期間と（本流の）流量規模の変化に極めて敏感に影響を受けることが分かっている。図 5.1.2 は、湖への流入量と流出量の季節的な変動を示している。

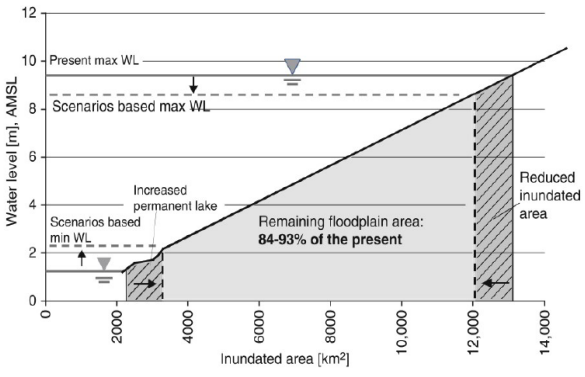
また、PMFM ではトンレサップ湖の水理的な特徴を、過去の観測結果をもとに以下の通り整理している。

1) メコン流域の雨季の開始に合わせ 1 ヶ月の前後あるものの、平均では 6 月最初の週に逆流が開始される。湖に向かうピーク流量は通常 8 月の後半に発生する。
2) この湖への流入は、2 週間程度の誤差はあるものの、通常は 4 ヶ月継続し 9 月末に終了する。
3) 湖からメコン本流への最大流出は通常 11 月中に発生する。
4) 多年間に渡り流向の逆転は流量が約 7,500m^3/s（プノンペン合流点）になった時に発生する。
5) 乾季開始を受けて 3 月、4 月、5 月はメコン河本流に向かって、水位差により数百 m^3/s の流出が継続する。



出典: MRC、The MRC Hydropower Mitigation Guidelines

図 5.1.2　トンレサップ湖の流入・流出パターン



出典: MRC、The MRC Hydropower Mitigation Guidelines

図 5.1.3　トンレサップ湖水位と湛水面積との関係

さらに、逆流量の減少は、図 5.1.3 に示すとおり、湖水位とそれに伴う湖水容量の変動幅の縮小を招き、湖畔沿いの生態系や、湖水を利用した漁業（狩猟型・養殖）や農業に大きな影響を及ぼすことが懸念されている。

尚、トンレサップ湖への自然現象としての逆流について、メコン河協定第 6 条 B 項に関連し、PMFM では水資源開発により本流の洪水流量を検知できる程度には総じて変化しないだろう、と指摘している。Kratie における平均的な雨季の洪水流量とダム貯水池の容量（利用可能な水量）との比較からそのように言及しているが、貯水池での湛水（雨季開始後初期の貯水位回復の目的等で）により、下流への流量増開始が遅れ、逆流開始の日程が遅れることはあり得る、とも述べている。

一方、気候変動による降雨量変化に伴う水位・流量変化も、トンレサップ湖の逆流現象に影響を及ぼしていると言われているが、ダム建設及び運用による影響と間の、相互関係は定量的にはまだ把握されておらず、現時点での見方は定まっていないようである。

(3) 3S 流域との関係

Sekong、Sesan、Srepok 川流域は、3S 流域と呼ばれ、その流域面積規模や水力開発のポテンシャル、及びラオス・カンボジア・ベトナムの 3 国の領土にまたがることから、越境水資源管理上、重要な支流と認識されている。1980 年代から水力ダム開発が進み、すでに数多くのダムが建設され、また今後も建設が予定されている。表 5.1.3 に 3S 流域のダム建設の概要を示す。

出典：Transboundary Water Resources Management Issues in the Sesan and Srepok River Basins of Cambodia and Viet Nam

図 5.1.4 2S 流域のダム位置図

表 5.1.3 3S 流域のダム基数

Status	By Country			By Sub-basin		
	Laos	Cambodia	Vietnam	Sekong	Sesan	Srepok
Operational	12	3	37	13	23	16
Under construction	6	0	0	6	0	0
Inventory/ Proposed/ Pipeline	58	21	1	59	8	13
Total	76	24	38	78	31	29
Dam<15 MW	41	13	18	41	16	15

3S 流域は、トンレサップ湖やメコンデルタ地域と距離的に近く、そこでのダム建設や運用ルールは、すでにその下流の流況に影響を及ぼしていると見られている。表 5.1.3 に見る通り、今後もまだ多数の発電用ダムが建設予定であり、そこでの運用ルールが、下流域の流況を大きく変化させ、生態系に与える影響が懸念される。特に、2018 年に完成し、運用が開始されている Lower Sesan 2 Dam（高さ 75m のコンクリート重力式、発電設備容量 40MW、年間発電量 1,998 GWh）による河道の分断は、本川との連続性を遮断し、下流への土砂供給や漁業への深刻な影響が指摘され、継続的なモニタリングが必要とされている。本ダムは Stung Treng から東へ約 25km の Sesan 川と Srepok 川の合流点直下に位置し、貯水池は両支川にまたがる。さらに、ラオス領内の Sekong 川中流域では、カンボジア国境付近で、Sekong Downstream A Dam が 建設中とされ、メコン河流域の主な左支川と本川と自由な流水の疎通が可能だった最後の支川も寸断されようとしている。事実関係と現況の確認が求められている。

(4) 3S に関する既往調査

3S を対象とした調査・研究はこれまで複数の援助機関によって実施されている。その主なものを表 5.1.4 に整理した。

表 5.1.4 3S に関する主たる調査及び関連報告書

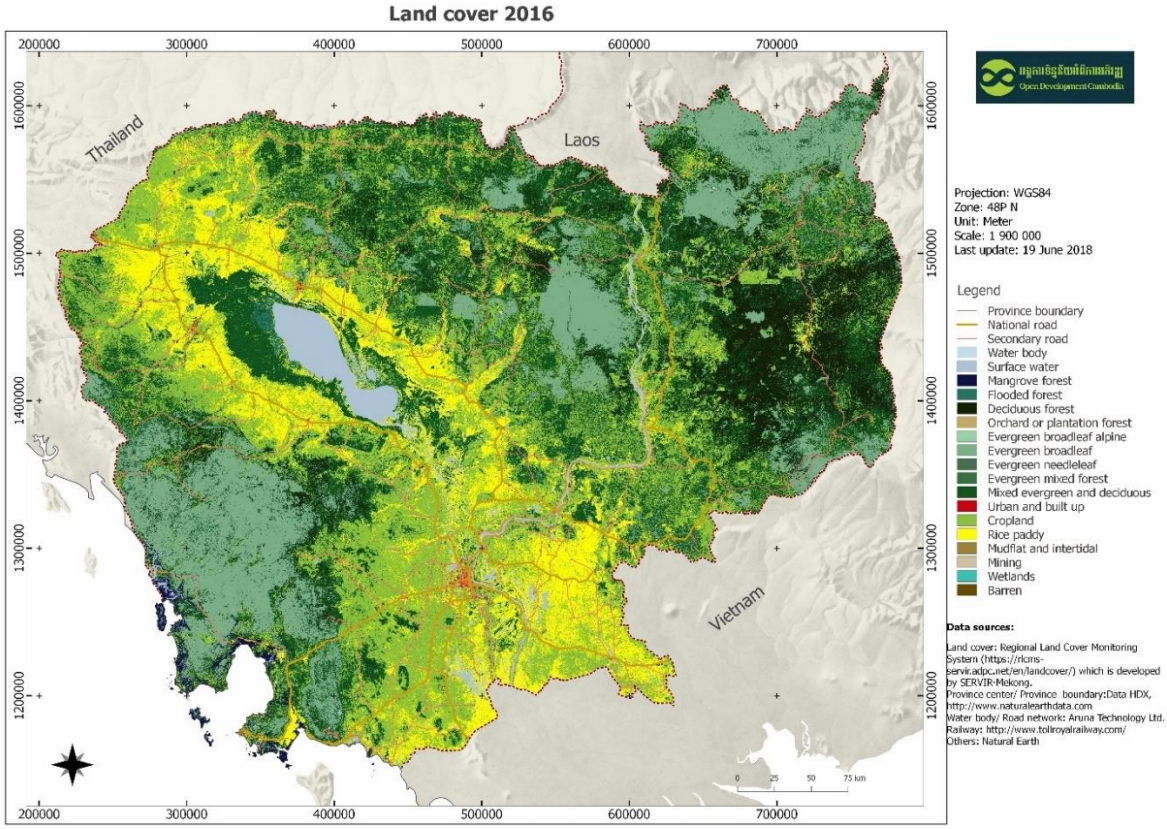
調査/報告書名	実施機関	発行年	目的/主たる成果
The 3S River Basin (Cambodia, Lao PDR and Vietnam) - Creating Spaces for Cooperation through multi-level dialogue and capacity building	IUCN	2013	● Sekong 川流域の河川流域委員会（River Basin Committee）設立に伴う中央政府・州政府への支援 ● Sekong 川流域での越境問題に関する技術協力に係るカンボジア政府への支援 ● 流域管理組織の強化
Sesan and Srepok River Basins Water Resources Management Project	World Bank	Sep.2017	M-IWRM の下で実施された。 ● 2S 流域の水資源開発・管理に係る優先的越境問題の確認と環境社会影響の分析・評価（Joint Transboundary Issues Paper 作成-CNMC・VNMC 協働による） ● カンボジア・ベトナム間の情報共有のための協力メカニズムの開発 ● 優先的越境問題解決のための協力メカニズム実施のアクションプランの策定

出典：関連報告書等から調査団が整理

5.1.2 自然環境

(1) 土地利用

図 5.1.5 にカンボジアの土地被覆図を示す。トンレサップ湖～カンボジアのメコンデルタの地域は平坦で水田や畑地が拡がり、プノンペン、Siem Reap、Battambang などの市街地が点在している。一方、カンボジア東北部の Mondulikiri 州、Ratanakiri 州、Stung Treng 州やメコン河対岸の Preah Vihear 州、Kampong Thom 州、そしてカンボジア西南部の Koh Kong 州などの地域は丘陵～山間部であり常緑樹や常緑樹と落葉樹の混交林が拡がっている。



出典：Open Development, Land cover in Cambodia (2012- 2016) [100]

図 5.1.5　カンボジアの土地被覆図

図 5.1.6 にトンレサップ湖およびカンボジアのメコンデルタの土地利用を示す。トンレサップ湖周辺の土地利用は雨季のトンレサップ湖拡大に伴う湛水状況に大きく影響されており、トンレサップ湖側から permanent water body（水域）→flooded forest（浸水林）→flooded shrubland（浸水灌木帯）→seasonally-flooded grassland（年間のかなりの期間冠水する草地）→recession paddy field（減水期水田）→rain-fed paddy field（天水田）の遷移が見られる。

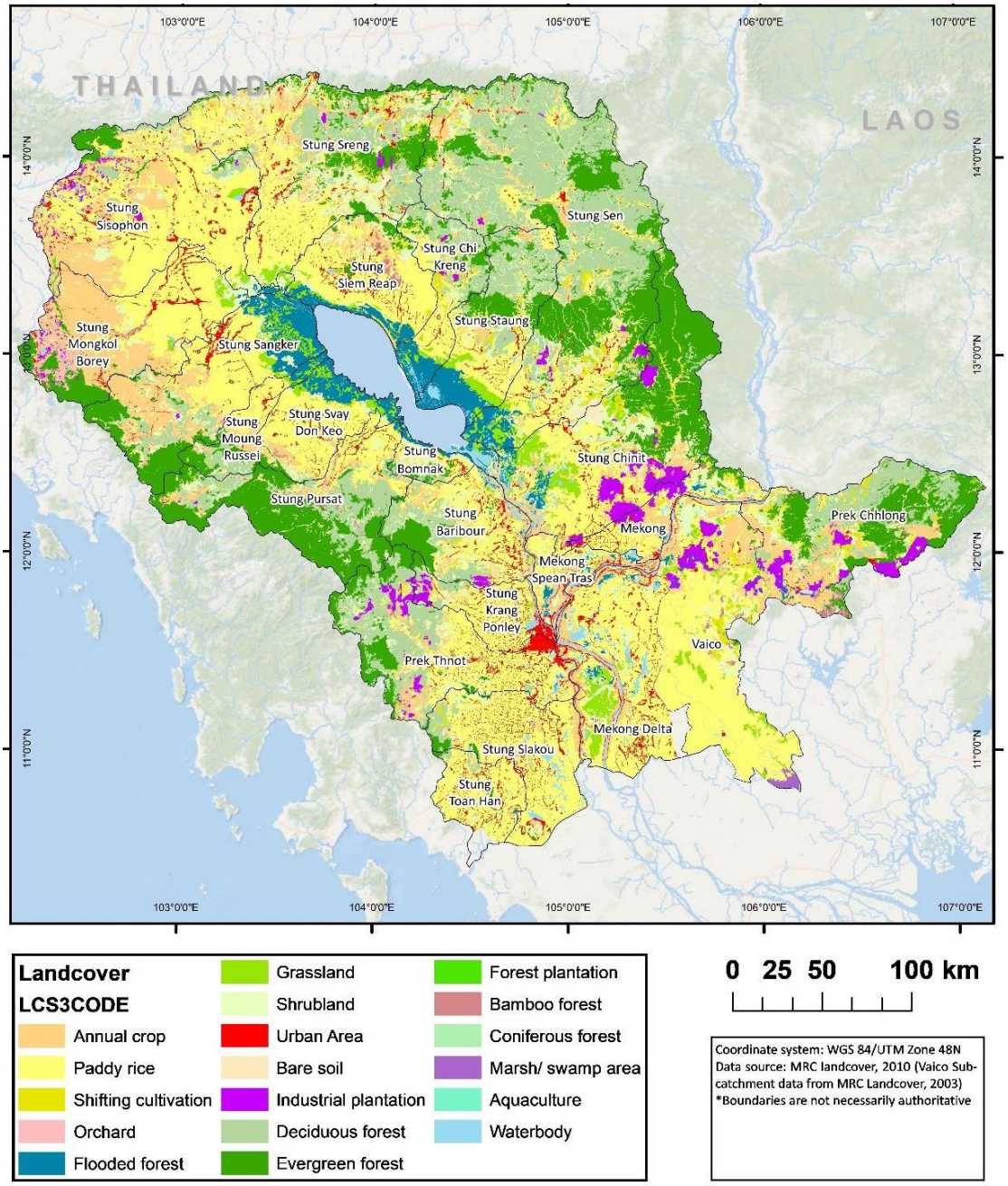
表 5.1.5　Tonle Sap 地域の特徴的な土地形態の遷移

形態	説明
permanent water body（水域）	年間を通して湛水している水域。
flooded forest（浸水林）	年間のかなりの期間に湛水する低地の極相林であり、トンレサップ湖の周辺では Prek Toal、Boeng Chhmar および Stung Sen などで見られる。他の地域ではかなり少なくなっている。
flooded shrubland（浸水灌木林）	浸水林の伐採や火入れのあと放置されて灌木が主体となった林地。残存している浸水林や草地のモザイクとして存在する場合や、比較的広大な灌木帯として存在する場合がある。
seasonally-flooded grassland（年間のかなりの期間冠水する草地）	浸水林や浸水灌木林が火入れされ、家畜の放牧などで木が消失した状態。より低地では浸水林や浸水灌木林との混在で、少し標高が高い土地では水田との混在で存在する。

[100] https://data.opendevelopmentcambodia.net/en/dataset/land-cover-in-cambodia-2012--2016, アクセス日 2021/2/12.

形態	説明
recession paddy field（減水期水田）	氾濫原でも年間のかなりの期間（>6 か月）浸水しない地域は水田にされていることが多い。昔は減水期水田として浸水が引く状態で植え付けされ、その後は天水に依存する形態だった。近年では灌漑され早稲種の栽培がされるようになってきている。
rain-fed paddy field（天水田）	この人工的なハビタットはカンボジアのメコン河下流域氾濫原の約半分を占める。氾濫原の上流域でかつては森林だった地域であり、水田と用水・ため池や天然湿地（小河川や湿原）から構成されている。

出典：Green et al. (2019)[101]をもとに調査団作成



出典：Green et al., Rapid Assessment of Eco-Hydrology for the Tonle Sap River Basin and Mekong Delta River Basin, Cambodia, Future Water Report 206, ADB, December 2019

図 5.1.6　Tonle Sap 地域の土地利用図

[101] Green et al., Rapid Assessment of Eco-Hydrology for the Tonle Sap River Basin and Mekong Delta River Basin, Cambodia, FutureWater Report 206, ADB, December 2019.

(2) Tonle Sap 地域の植物

Tonle Sap 地域には 200 種以上の維管束植物が報告されているが、まだ確認されていない種も多いとされている（Campbell et al., 2006[102]）。Tonle Sap 地域の植生で最も特徴的なのは、湖岸に発達した 7-15m の高さの浸水林およびその背後に発達した灌木地帯で、主要な種としては Barrintonia acutangula、Terminala cambodiana、Diospyros cambodiana、Crudia chrysantha、Coccoceras anisopodum、Croton caudatus、Ficus sp.、Elaeaocarpus griffithii、Garcinia loureirin、Hydnocarpus anthelminthica、Samandura harmandii などがある（例、Cambpell et al., 2008; MOE, 2001[103]）。洪水期の浸水林は魚類や他の生物にとって流れが少なく安全で餌も豊富な生息域となっており、生態系上、そして安定した漁獲高を確保する上でも非常に重要な地域である。しかし、1930 年代には 1 百万 ha 以上あった浸水林も焚き木や農地拡大のために伐採され、2016 年には 48 万 ha 程度になっている（Green et al., 2019）。現在、浸水林の地域は Tonle Sap Biosphere Reserve および Tonle Sap 庁の保全地区として保全対象となっている。

トンレサップ湖の水中の水草（沈水植物）は少ないが、これは水位変動が大きく濁度が高いためと考えられる。アシやハス、ヒシのような抽水植物や浮葉植物も湖周辺の湿地に限定的に見られる程度である。（Campbell et al., 2006）一方、外来種の浮水植物であるホテイアオイ (Eichhornia crassipes)が水面を覆って問題になっている他、外来種の Giant Mimosa (Mimosa pigra)の繁殖も問題となっている (Van Zalinge, 2006[104])。貴重種については十分な情報がないため、さらに調査が必要である（Green et al., 2019）。

(3) Tonle Sap 地域の魚類

メコン河下流部は世界でも最も魚類の多様性が豊かな地域であり、約 850 種の魚類が生息していると推定されている。このうちカンボジア領内には約 475 種がいるとされており、その多くがトンレサップ湖～カンボジアのメコン・デルタに生息し、経済的に重要や魚種だけで 200 種程度が知られているる（Green et al., 2019；So et al., 2019[105]）。表 5.1.5 にメコン下流部～Tonle Sap 地域の代表的な魚種を示す。メコン地域の魚類は生息域・回遊性によって black fish/white fish/(grey fish)に分類されることから、ここでは代表的な black fish と white fish を示すが、環境適応性の高い魚種を eurytopic として別途分類したり、河川上流部の魚種を rhithron として別途分類したりすることもある。

[102] Campbell et al., Species diversity and ecology of Tonle Sap Great Lake, Cambodia, Aquat. Sci. 68 (2006) 355–373.

[103] Ministry of Environment (Technical Coordination Unit for the Tonle Sap) Tonle Sap Ecosystem and Value, 2001, http://www.mekonginfo.org/assets/midocs/0001325-environment-tonle-sap-ecosystem-and-value.pdf, アクセス日 2021/2/12.

[104] Van Zalinge, An Assessment of Exotic Species in the Tonle Sap Biosphere Reserve and Associated Threats to Biodiversity, Tonle Sap Conservation Project, UNDP/GEF, 2006.

[105] So, N., K. Utsugi, K. Shibukawa, P. Thach, S. Chhuoy, S. Kim, D. Chin, P. Nen. and P. Chheng. 2018. Fishes of Cambodian Freshwater Bodies. Inland Fisheries Research and Development Institute, Fisheries Administration, Phnom Penh, Cambodia. 197 pp.

表 5.1.5　Tonle Sap 地域の魚種の分類

代表魚種	特徴	名称
Black fish	一生の多くの時間を湖沼や氾濫原の湿地でおくる魚種で、洪水期には湛水した地域にも進出する。低い酸素濃度などにも耐えることができ、乾季の氾濫原の湿地でも生存できる。回遊性は比較的小さい。	Striped snakehead (Channa striata)、Walking catfish (Clarias batrachus)、Snakeskin gourami (Trichogaster pectoralis)、Climbing perch (Anabas testudineus)、Swamp eels (Ophisternon bengalense)、Giant snakeheads (Channa micropeltes)
White fish	一生の多くの時間を河川で過ごす魚種。多くの種は回遊性があり、雨季には湛水した氾濫原にも移動し、雨季の終わりに河川に戻る。雨季にはメコン河からの逆流とともに稚魚や卵がトンレサップ湖に流入し、トンレサップ湖の氾濫原で成長してメコン河戻ることから、トンレサップ湖は重要なハビタットとなっている。	Asian redtail catfish　(Hemibagrus nemurus)、iridescent shark (Pangasius hypophthalmus)、wallago catfish　(Wallago attu)、ray-finned fish (Cyclocheilichthys enoplos)、Smallscale mud carp (Cirrhinus microlepis)

出典：Hortle et al, (2004)[106], Green et al. (2019), MRC (2019)[107]などを参考に調査団作成

Tonle Sap 地域で見られる魚類には絶滅寸前種[108]のメコンオオナマズ（Pangasianodon gigas）やパーカーホー（Catlocarpio siamensis）などが含まれるが、貴重種についてはさらに確認が必要である。外来種については、Red-bellied Pacu (Piaractus brachypomus)、複数のコイ科の魚種、Blue Tilapia (Oreochromis aureus)、Japanese eel (Anguilla japonica)など少なくとも 31 種が報告されている(Van Zalinge, 2006[109])。今のところ大きな問題になっていないようだが、詳細な確認が必要である。

(4)　鳥類

Tonle Sap 地域には浸水林を含む森林、湿原、草地、水田など多様な環境が存在し、鳥類にとっては重要なハビタットとなっており、220 種程度の鳥類が確認されている（Campbell et al. 2006）。この中には絶滅寸前種のアカアシトキ（Pseudibis davison）、ベンガルショウノガン（Houbaropsis bengalensis）、絶滅危惧種のアジアンヒレアシ（Heliopais personata）、オオハゲコウ（Leptoptilos dubius）、危急種のオオヅル（Grus Antigone）、カラフトワシ（Aquila clanga）、シロトキコウ（Mycteria cinerea）、コハゲコウ（Leptoptilos javanicus）、コクリュウコウイナダヨシキリ（Acrocephalus tangorum）、シマアオジ（Emberiza aureola）などが含まれている（Green et al., 2019）。後述する通り、Tonle Sap Biosphere Reserve の３つの core areas はラムサール湿地に指定されている。

[106] Hortle, K.G., S. Lieng and J. Valbo-Jorgensen. 2004. An introduction to Cambodia's inland fisheries. Mekong Development Series No. 4. Mekong River Commission, Phnom Penh, Cambodia. 41 pages.
[107] MRC, The Study on the Sustainable Management and Development of the Mekong River Basin including Impacts of Mainstream Hydropower Projects, Biological Resources Assessment, Technical Report Series, Volume 4: Assessment of Planned Development Scenarios, December 2019.
[108] 本報告書では The IUCN Red List of Threatened Species（https://www.iucnredlist.org/ja）の分類を参考にしている。
[109] Van Zalinge, An Assessment of Exotic Species in the Tonle Sap Biosphere Reserve and Associated Threats to Biodiversity, Tonle Sap Conservation Project, UNDP/GEF, 2006.

(5) 哺乳類など

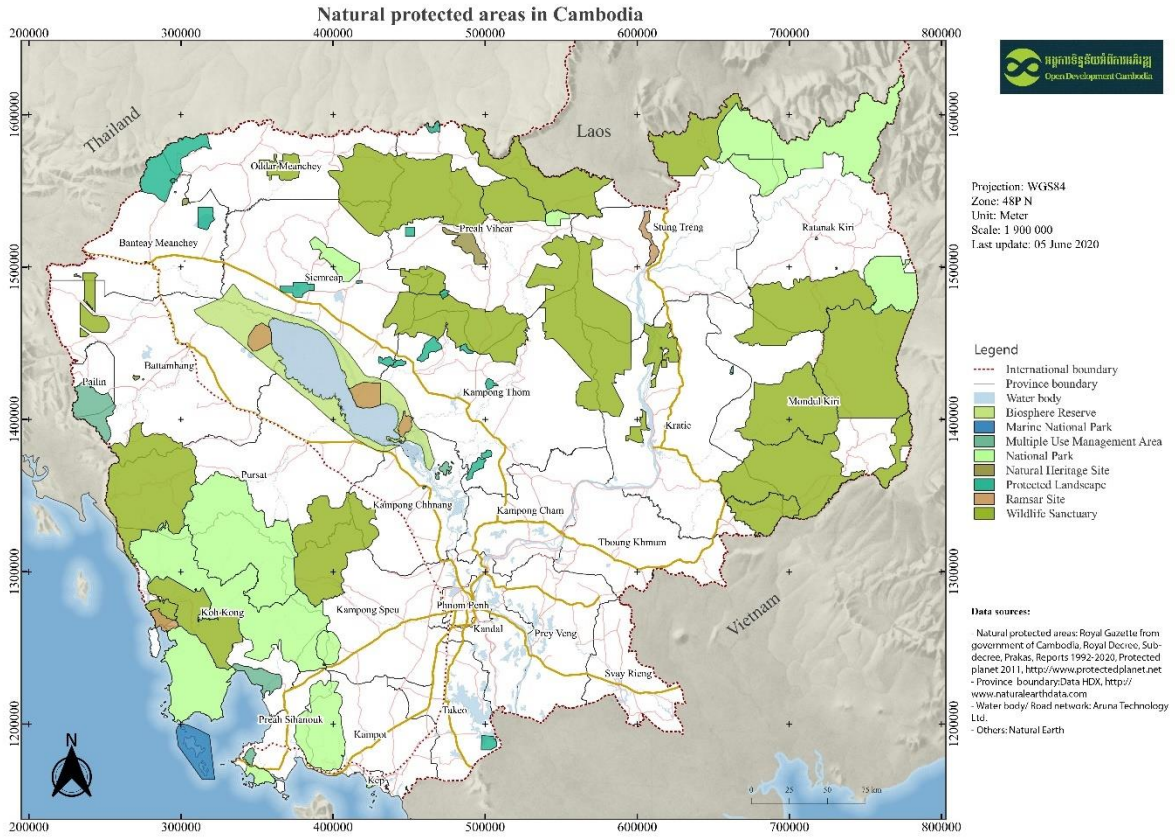
Tonle Sap 地域に生息する哺乳類の種数は非常に多いわけではないが、霊長類として絶滅危惧種スローロリス（Nycticebus coucang），危急種カニクイザル（Macaca fascicularis）、シルバーリーフモンキー（Semnopithicus cristatus）が存在する。また危急種ビロードカワウソ (Lutra perspicillata)、絶滅危惧種 Hairy-nosed Otter (Lutra sumatrana)、オオコウモリ（Pteropus sp.）、ジャワマングース（Herpestes javanicus）、ベンガルヤマネコ（Prionailurus bengalensis）などが確認されている。かつてこの地域には絶滅危惧種アジアゾウ（Elephas maximus）が生息した他、トンレサップ湖には絶滅危惧種イラワジイルカ（Orcaella brevirostris）もいたが、近年は確認されていないようである。（Campbell et al. 2006）

爬虫類では、絶滅寸前種シャムワニ（Crocodylus siamensis）が存在する他、5 種のカメが報告されているが、絶滅寸前種バタグールガメ（Batagur baska）は近年確認されていない。少なくとも 7 種の water snake ミズヘビや、危急種キングコブラ（Ophiophagus hannah）、タイコブラ（Monocled Cobra）、アミメニシキヘビ（Python reticulatus）なども報告されている。（Campbell et al. 2006）

両生類や種数が多い昆虫類などについては、Tonle Sap 地域に関わる詳細な情報がなく、さらに確認が必要である。

(6) 保護地域

図 5.1.7 にカンボジアの環境保護地域を示す。カンボジアには約 50 カ所に Cambodian Protected Area Law（2008）に基づいた８つのカテゴリー（National Park、Wildlife sanctuary、Protected landscape、Multiple use area、Ramsar site、Biosphere reserve、Natural heritage site、Marine park）の保護地域があり、国土の 41%にあたる 7.5 百万 ha が保護地域に指定されている。



出典：MOE, National Protected Area Strategic Management Plan 2017-2031, 2017.

図 5.1.7　カンボジアの環境保護地域

このうちメコン河に関連して特に重要な地域としては、表 5.1.6 に示した地域がある。

表 5.1.6　メコン河地域の主要な環境保護地域など

名前	カテゴリー	特徴など
Tonle Sap Biosphere Reserve (TSBR)	Biosphere Reserve + Ramsar Sites	トンレサップ湖およびその周辺の 1,483,339 ha の地域で、Core areas (42,257 ha)、buffer area (541,482 ha)、transition area (899,600 ha)から構成される。Core areas は Prek Toal、Boeng Tonle Chhmar および Stung Sen の 3 か所に分かれており、全てがラムサール・サイトに指定されている。TSBR は Cambodia National Mekong Committee (CNMC) の組織の一つである Tonle Sap Biosphere Reserve Secretariat が管理している。
Stung Treng Ramsar Site	Ramsar Site	メコン河の Stung Treng の北側に設定された 14,600 ha の地域で、メコン河の deep pool などがあり、イラワジイルカ（Orcaella brevirostris）をはじめとする多くの生物にとって重要なハビタットとなっている。

出典：調査団

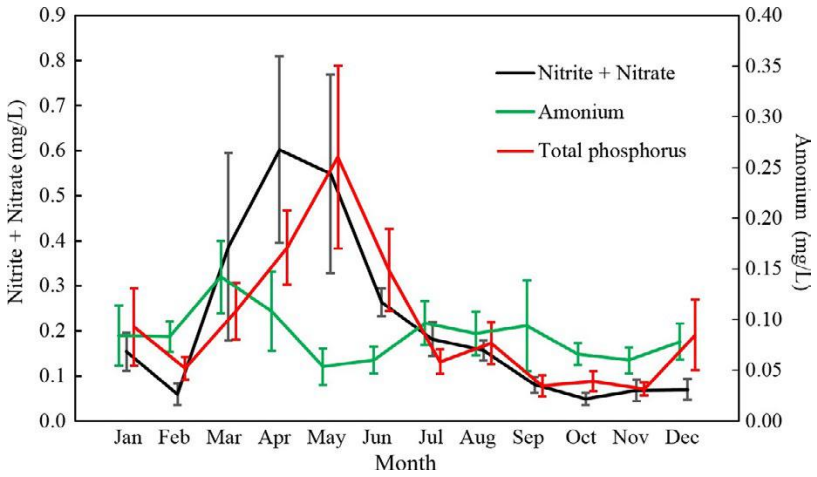
さらにトンレサップ湖やメコン河の流域の山間部（Dong Rek Mountains、Cardamom Mountains やベトナムおよびラオスとの国境付近の山間部）には複数の国立公園や wildlife sanctuary がある。図 5.1.8 には生物多様性の観点から重要で IUCN の国際的クライテリアで指定されている Key Biodiversity Area (KBA)や野鳥の生息に特に重要で BirdLife International が指定している Important Bird Area (IBA)を示す。

出典：Key Biodiversity and Important Bird Area (KBAs/IBAs) in Cambodia. Atlas of Cambodia 2013, Save Cambodia's Wildlife, 2nd edition.

図 5.1.8　カンボジアの Key Biodiversity Area と Important Bird Area

(7)　水質

トンレサップ湖に関わる水質問題としては、アオコの発生を含む富栄養化、有害物質（重金属および農薬類）、微生物汚染などがある（Shivakoti and Bao, 2020）[110]。本セクションではトンレサップ湖の富栄養化の原因となる栄養塩の動態について検討する。図 5.1.9 にトンレサップ湖の水質（栄養塩）の季節変動を示す。



出典：Uk et al. (2018)[111]

図 5.1.9　トンレサップ湖の窒素とリンの濃度の季節変動

[110] Binaya Raj Shivakoti and Pham Ngoc Bao (eds). 2020. Environmental Changes in Tonle Sap Lake and Its Floodplain: Status and Policy Recommendations, Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Tokyo Institute of Technology (Tokyo Tech) and Institute of Technology of Cambodia (ITC)

[111] Uk et al., Tonle Sap Lake: Current status and important research directions for environmental management, Lakes & Reserv. 2018;1–13.

トンレサップ湖の水質は大きな季節変動を示し、リンについても硝酸＋亜硝酸についても乾季後半の 3-4 月にピークに達し、雨季後半には濃度が低下する。Kampong Luong での濃度は全リンで 0.001 mg/L～0.99 mg/L（平均 0.095 mg/L）。硝酸＋亜硝酸は 0.001 mg/L～2.1 mg/L（平均 0.21 mg/L)である（Uk et al. , 2018)[112]。日本の代表的な富栄養化湖でアオコの大量発生が問題となってきた霞ケ浦の平均的な全リン濃度は 0.1 mg/L 程度、全窒素は 1 mg/L 程度[113]であり、平均値で比較すればトンレサップ湖の水質は霞ケ浦と同等かやや良い程度である。しかし、トンレサップ湖の富栄養化のメカニズムは非常に複雑で、日本の湖沼と単純に比較することはできない。まずトンレサップ湖の水質はメコン河からの流入（逆流）およびメコン河への流出に強く影響されている。また低水期の底質の再懸濁に伴う栄養塩の溶出なども水質を左右する重要なメカニズムになっていると考えられる（e.g., Cambpell et al.,2009[114]; Kumm et al., 2008[115]; Irvine et al., 2007[116]）。さらに濁度や日照強度なども日本の状況とは大きく異なる。また現段階では農地、下水、降雨、地下水などからトンレサップ湖に流入する栄養塩のマスバランスが充分把握できておらず、さらにメコン河およびトンレサップ湖流域のダム開発に伴う土砂流入の変化によって、流入する栄養塩の量はさらに変化すると思われる。これらのメカニズムについては、JICA SATREPS が詳細に検討中である。また同プロジェクトでは有害物質による汚染、微生物汚染（シアノトキシンを含む）についても様々な調査を実施している。SATREPS チームは現在これまでの調査結果を学術図書にとりまとめており、本年中を目途に発表する予定である。よって、Tonle Sap の水質問題については、同チームの研究成果の確認が望まれる。

5.1.3 社会環境

(1) 人口

2019 年センサスの最終報告書（2019）によれば、カンボジアの 2019 年の人口は約 15.5 百万人で、Tonle Sap 地域の 8 州（Banteay Meanchey 州、Battambang 州、Kampong Chhnang 州、Kampong Thom 州、Pursat 州、Siem Reap 州、Otdar Meanchey 州および Pailin 州）に 4.85 百万人が居住しているとされる。ただし、統計書の地域分類は行政界に基づいており流域界とは一致していないため、Tonle Sap 流域の Preah Vihear 州（人口 0.25 百万人）が Plateau and Mountains 地域に分類されている他、Tonle Sap 流域外の Purusat 州南部の地域が統計書の Tonle Sap 地域に含まれている。これらを勘案すると、Tonle Sap 流域の人口は概ね 5 百万人程度である。

[112] Uk et al., Tonle Sap Lake: Current status and important research directions for environmental management, Lakes & Reserv. 2018;1–13.
[113] 茨城県霞ケ浦環境科学センター、霞ヶ浦の水質の長期的変化、霞ヶ浦湖内水質等モニタリング事業（平成 17 年度～平成 26 年度）
https://www.pref.ibaraki.jp/soshiki/seikatsukankyo/kasumigauraesc/04_kenkyu/shoukai/10th/documents/kankyou_10th_01.pdf
[114] Campbell, I., Say, S., & Beardall, J. (2009). Tonle Sap Lake, the Heart of the Lower Mekong. In I. Campbell (Ed.),The Mekong (pp. 251–272). New York, NY: Elsevier. https://doi.org/10.1016/ B978-0-12-374026-7.00010-3
[115] Kumm et al., Sediment: Curse or Blessing for Tonle Sap Lake?, Ambio Vol. 37, No. 3, May 2008, 158-163.
[116]

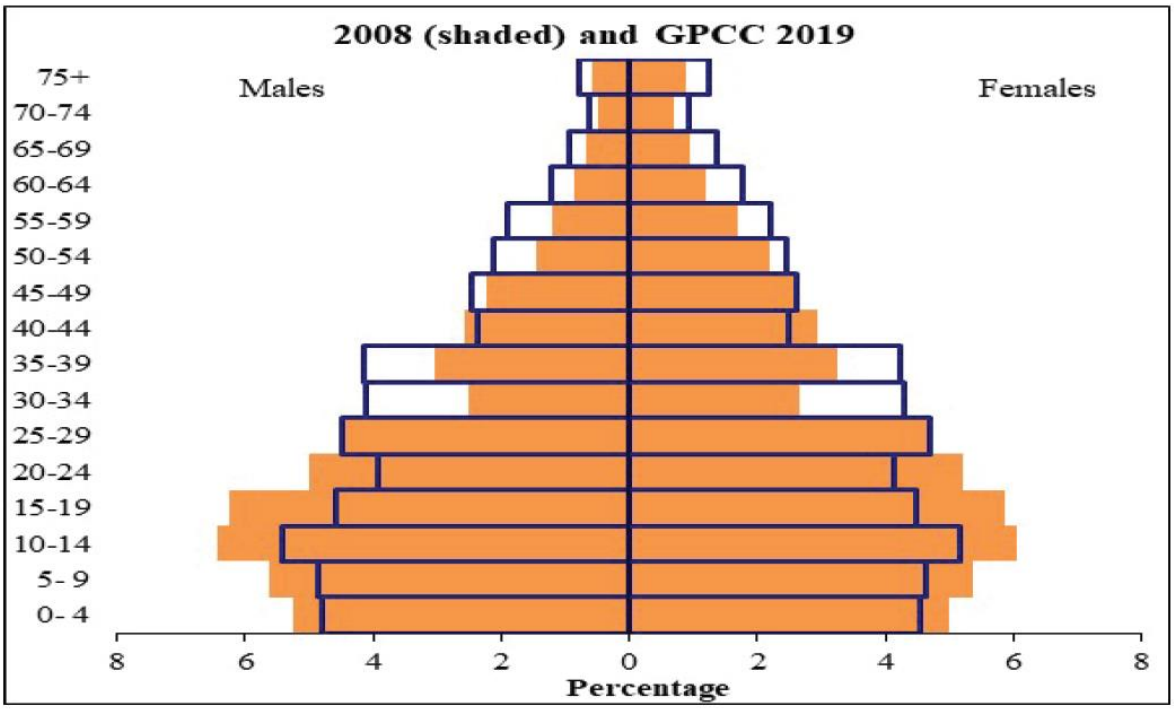
表 5.1.7　カンボジアの州別人口分布

Area/Region/Province	Male	Female	Total
(1)	(2)	(3)	(4)
Total	**7,571,837**	**7,980,374**	**15,552,211**
Urban	**2,993,339**	**3,141,855**	**6,135,194**
Rural	**4,578,498**	**4,838,519**	**9,417,017**
Central Plain	**3,676,211**	**3,968,084**	**7,644,295**
Tonle Sap	**2,380,256**	**2,472,708**	**4,852,964**
Coastal and Sea	**533,560**	**538,908**	**1,072,468**
Plateau and Mountains	**981,810**	**1,000,674**	**1,982,484**
Banteay Meanchey	427,945	433,938	861,883
Battambang	490,424	506,745	997,169
Kampong Cham	431,327	468,464	899,791
Kampong Chhnang	252,185	274,842	527,027
Kampong Speu	425,102	452,421	877,523
Kampong Thom	330,602	350,947	681,549
Kampot	287,590	306,239	593,829
Kandal	581,563	620,018	1,201,581
Koh Kong	63,444	62,458	125,902
Kratie	186,658	188,097	374,755
Mondul Kiri	47,242	44,971	92,213
Phnom Penh	1,105,673	1,176,278	2,281,951
Preah Vihear	128,436	126,391	254,827
Prey Veng	498,711	559,009	1,057,720
Pursat	204,172	215,780	419,952
Ratanak Kiri	109,978	107,475	217,453
Siem Reap	497,450	516,784	1,014,234
Preah Sihanouk	161,462	148,610	310,072
Stung Treng	84,394	81,319	165,713
Svay Rieng	249,581	275,916	525,497
Takeo	431,266	469,648	900,914
Otdar Meanchey	139,378	136,660	276,038
Kep	21,064	21,601	42,665
Pailin	38,100	37,012	75,112
Tbong Khmum	378,090	398,751	776,841

**Note*: *These figures exclude migrants working abroad.*

出典：NIS, General Population Census of the Kingdom of Cambodia 2019, National Report on Final Census Results, 2019.

図 5.1.10 に 2019 年のカンボジアの人口の年齢分布を示す。カンボジアの人口は全体に若いが、歴史的背景から 25-39 歳の世代そして、10-14 歳の世代が相対的に多い。

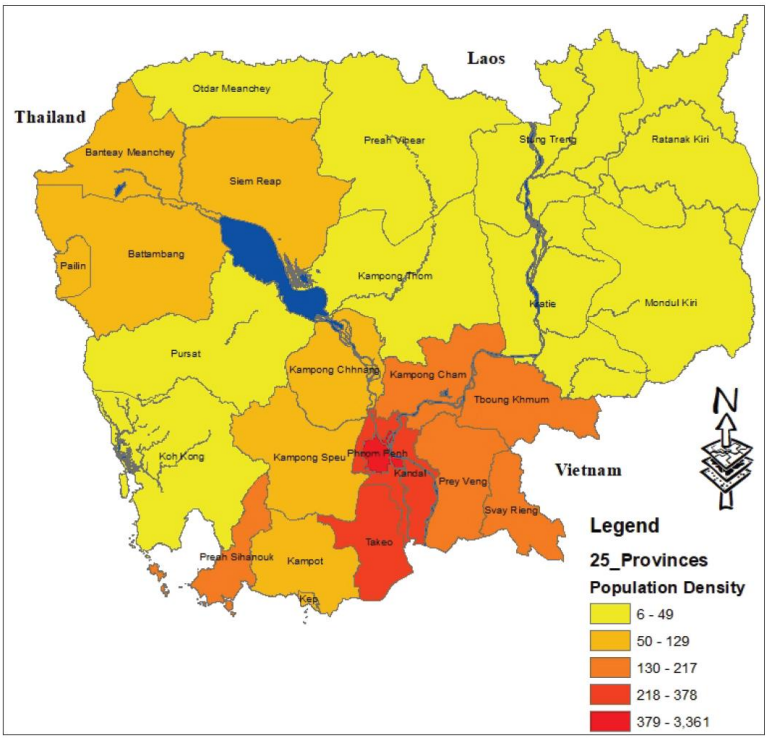


出典：National Institute of Statistics, General Population Census of the Kingdome of Cambodia 2019, p.31, 2020.

図 5.1.10　カンボジアの年齢別・性別人口分布

図 5.1.11 に 2019 年センサスの最終報告書に基づく州別人口密度（NIS、2019[117]）を示す。Tonle Sap 流域の人口密度は平野部の Kampong Chhnang、Battambang、Banteay Meanchey、Siem Reap などでやや高くなっている。

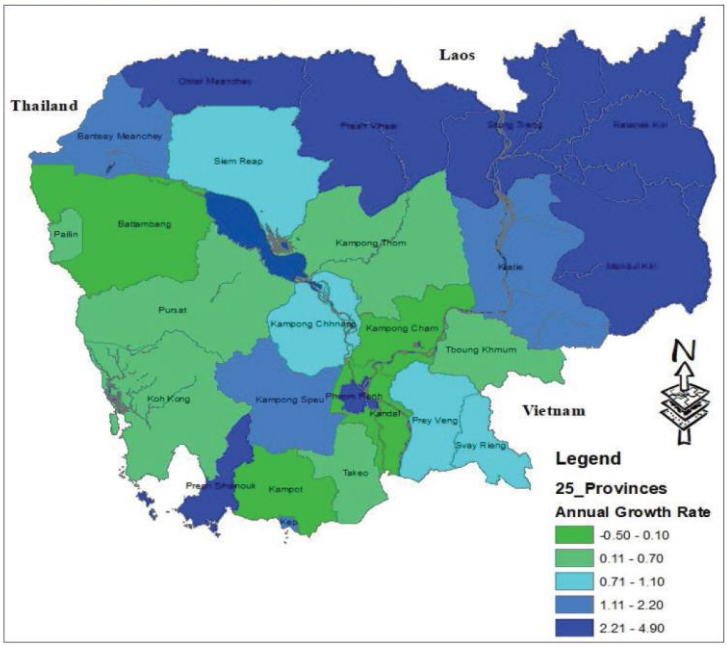
[117] National Institute of Statistics, General Population Census of the Kingdome of Cambodia 2019, 2020.



出典：National Institute of Statistics, General Population Census of the Kingdome of Cambodia 2019, p.23, 2020.

図 5.1.11　カンボジアの人口密度の分布

図 5.1.12 に人口増加率（2008-2019）の分布を示す。人口増加率はは出生率が比較的高く、農業労働者の流入のある Otdar Meanchey 州など北部の丘陵地域で高い。一方でトンレサップ湖周辺の平野部では人口増加率が比較的低く（例、Battambang 州では人口率が-0.3%）、Tonle Sap 周辺８州全体では 1.0%と国全体の人口増加率 1.2%を下回っている。1998-2007 年の同 8 州の人口増加率は 2.1%であり、Tonle Sap 地域の人口増加率は低下しているようである（NIS、2019）。流出人口の多くはプノンペンやタイ、ベトナム、マレーシアへの出稼ぎとされている（Johnston et al., 2013）。尚、Tonle Sap 地域の人口増加率が相対的に少ないのは、平野部の出生率が比較的低いことにも影響されていると思われ、人口流出のみが要因ではない。Battambang や Pursat などトンレサップ湖の南の地域はプノンペンからバンコクに繋がる経済回廊に位置しており、国道 5 号線の改修も進んでおり、将来的には当該地域の経済が発展し、人口が増加することも充分考えられる。



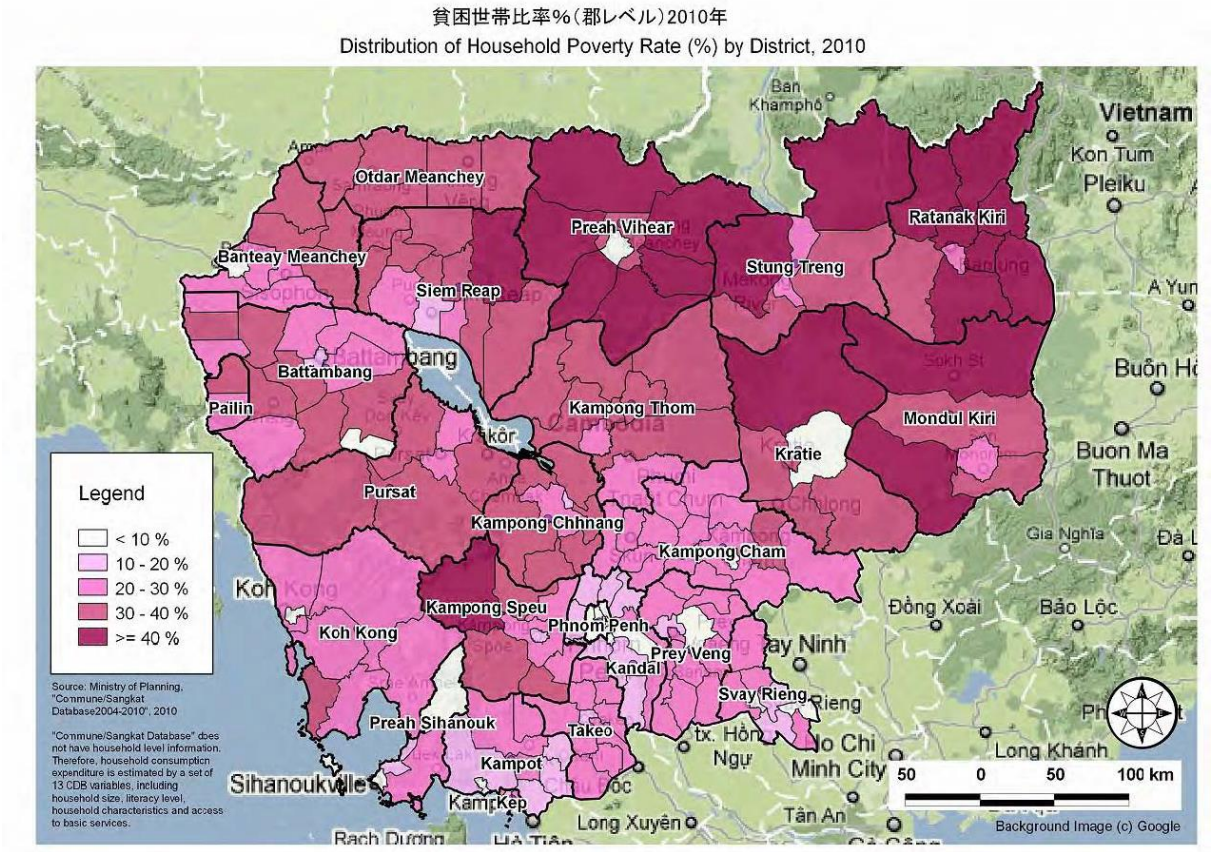
出典：National Institute of Statistics, General Population Census of the Kingdome of Cambodia 2019, p.18, 2020.

図 5.1.12　カンボジアの人口増加率の分布

(2)　国レベルの貧困状況

図 5.1.13 にやや古いが District レベルのカンボジアの貧困マップ（OPMAC, 2010）を示す。カンボジア全体でみるとメコン河の Kratie から北側の両岸にあたる Preah Vihear 州、Kratie 州、Stung Treng 州、Ratanakiri 州、Mondulkiri 州の山間部は貧困レベルが高い。トンレサップ湖周辺を見ると Siem Reap 州、Battambang 州、Banteay Meanchey 州などの都市部は相対的に貧困レベルが低く、農村地域は貧困レベルがやや高いことが伺われる。Pursat 州南部、Battambang 州南部、Pailin 州などは山岳地帯であり、コミュニティーレベルで見れば貧困レベルが高い可能性がある。ADB (2014)[118]なども類似した貧困マップを発表しているが、貧困状況を詳細に把握するには、最新データに基づくコミューンレベルの分析が必要である。

[118] ADB, Cambodia Poverty Analysis, 2014.



出典：OPMAC、Kingdom of Cambodia Study for Poverty Profiles in the Asian Region Final Report, August 2010, JICA

図 5.1.13　カンボジアの貧困率の分布

(3)　トンレサップ湖周辺の社会環境

1)　人口

トンレサップ湖の社会環境問題を把握するには、トンレサップ湖の水位上昇によって冠水したり、冠水しなくても大きな影響を受けたりする地域として国道５号線および国道６号線の内側の地域（約17 千 km^2）を対象にすることが一般的であり、本調査ではこれらの国道の内側をレビューの対象地域とする。この地域は以下の管理区域・調査地域となっている

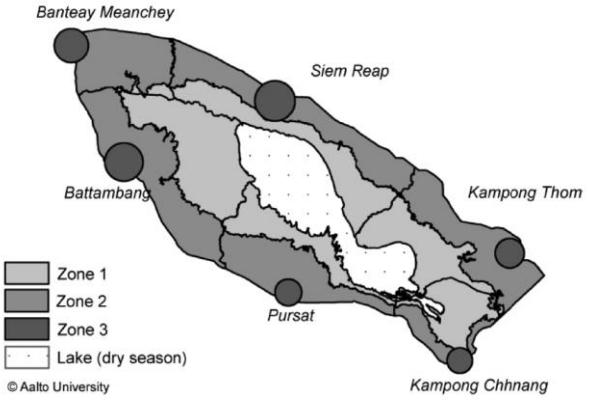
- Tonle Sap Authority の管理区域（Zone 1 – 3）
- TSBR 指定区域（Core Zone、Transition Zone、Buffer Zone）
- トンレサップ湖の社会環境影響を調査した過去の研究（Salmivaara et al. (2015)[119];Keskinen et al. (2013)[120]、Johnston et al. (2013)、Sithirith (2011)など）

ただしトンレサップ湖の出口（東側）付近の境界の取り扱いなどが研究などによって異なっており、また詳細なゾーニング図などがないため厳密な比較はできない。

Keskinen et al. (2013)によれば、国道の内側の地域は概ね以下の３地域に分けられる。

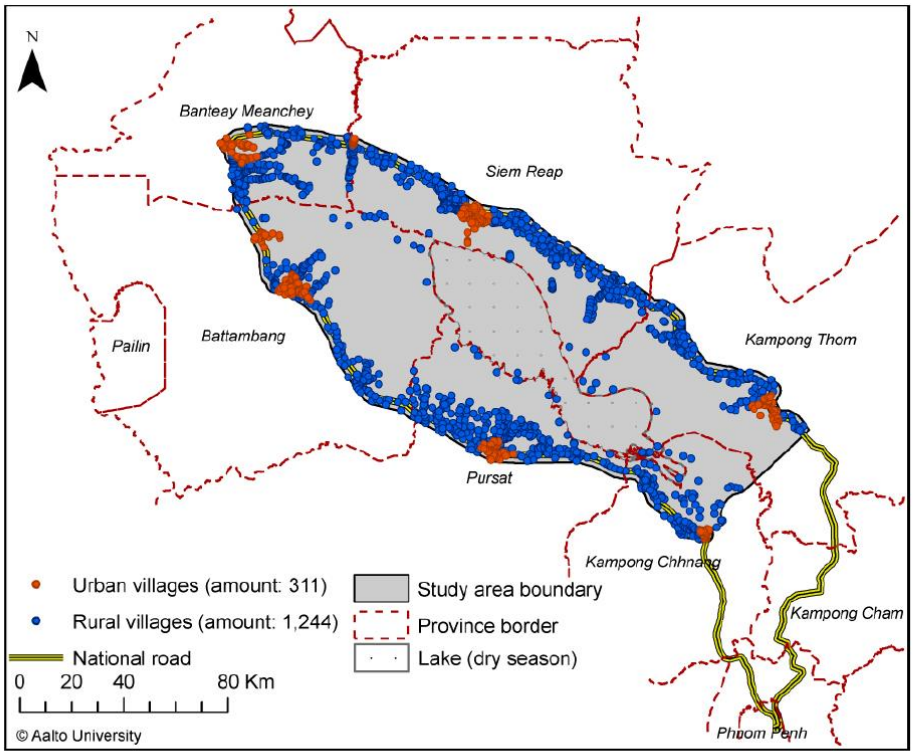
[119] Salmivaara et al., Socio-Economic Changes in Cambodia's Unique Tonle Sap Lake Area: A Spatial Approach, Applied Spatial Analysis and Policy, DOI 10.1007/s12061-015-9157-z, 2015.
[120] Keskinen et al., Tonle Sap now and in the future?, 2013.

- トンレサップ湖周辺で年間のかなりの部分が冠水するため漁業と氾濫原農業が行われている地域（Zone 1）
- 年間を通して冠水が限定的で、農業が生計の中心になっている地域（Zone 2）
- 都市部の地域（Zone 3）



出典：Keskinen et al., Tonle Sap now and in the future?, 2013.

図 5.1.14　国道内の Tonle Sap 地域の区分



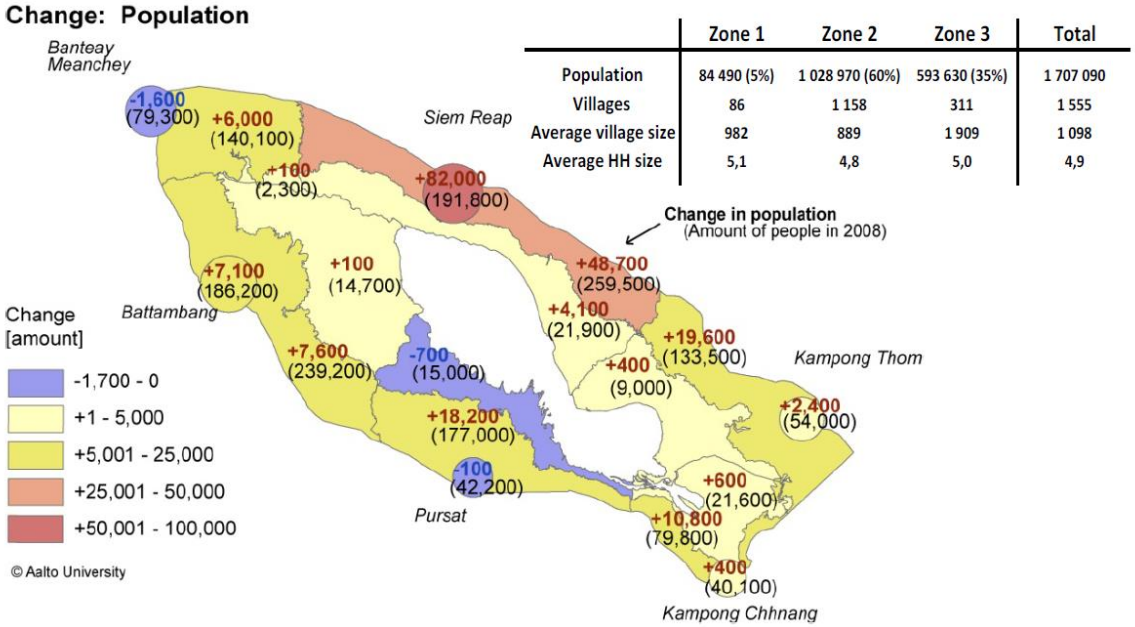
出典：Keskinen et al., Tonle Sap now and in the future, 2013

図 5.1.15　Tonle Sap 地域の集落の分布

同報告書によれば国道の内側のこの地域には約 1.7 百万人（2008 年のセンサスデータに基づく）が居住している。このうちトンレサップ湖に近い Zone 1 の人口は全体の 5%程度（約 85,000 人）であり、大部分の人口は国道沿いの農業地帯の Zone 2（約 1.0 百万人、1,158 集落）、そして都市部の Zone 3（約 0.6 百万人、311 集落）に集中している（Keskinen et al. (2013)。人口動態（1998-2008）で見ると、

この時期には Tonle Sap 北部地域は Siem Reap および国道 6 号線沿いへの人口集中が進んだようである（Keskinen et al. , 2013)。また TSBR のサイトによれば TSBR 内には 1,380,615 人が居住しており、90%はクメール系で、残りはベトナム系およびチャム系（イスラム系）とされている。

一方、本調査における Tonle Sap 局に対する聞き取りによれば、トンレサップ湖には約 30 万人の水上生活者がいるとしており、Keskinen et al. (2013)の Zone 1 のデータ（約 85,000 人）との乖離が大きい。また水上生活者には非合法住民（特にベトナム系）も多く、これらの住民はセンサスデータに含まれていないことが考えられる。



出典：Keskinen et al., Tonle Sap now and in the future, 2013

図 5.1.16　Tonle Sap 地域の人口の分布

2)　生計

トンレサップ湖の水位は毎年 10m 近く変動するうえ、この地域は平坦で水位の影響が広範囲に及ぶため、当該地域の住民は水位・環境を人工的に制御するのではなく、雨季になり洪水で農業が難しい時期は漁業を、乾季で農業が可能になれば農業を営むという当該地域の自然に適応した生活をしている。このため程度の違いはあっても大部分の住民が漁業（貝類の採取などを含む）と農業を中心とした複合的な生計手段に依存している点で広く共通している（Johnston et al. (2013)）。表 5.1.8 に Keskinen et al. (2013)によるゾーン別生計手段の分析結果を示す。トンレサップ湖に近い Zone 1 では漁業への従事割合が非常に高いのに対し、Zone 2 では農業への依存度が高く、都市部の Zone 3 になると商業や建設などのセクターの従事割合が高い。

表 5.1.8　Tonle Sap 地域のゾーン別生計手段の分析結果

	Involvement in six key industry / livelihoods sectors													
	Agriculture (incl. Forestry)		Fishing		Wholesale		Construction		Transport, storage & communication		Manu-facturing		Total for six key livelihood sectors	
	%	Amount	%	Amount	%	Amount	%	Amount	%	Amount	%	Amount	%	Amount
Zone 1 (Lower Floodplain)	**28.3**	**12 589**	**60.2**	**26 801**	**6.7**	**2 998**	**0.2**	**103**	**1.3**	**568**	**0.9**	**408**	**97.6**	**43 467**
Banteay Meanchey	97.4	1 190	0.4	5	0.3	4	0.0	0	0.0	0	0.2	2	98.3	1 201
Battambang	2.4	145	85.6	5 253	7.7	472	0.4	24	0.8	51	0.6	34	97.4	5 979
Kampong Chhnang	43.7	5 212	43.2	5 161	7.3	873	0.4	43	2.2	267	0.8	90	97.6	11 646
Kampong Thom	17.3	887	76.8	3 935	3.8	195	0.0	0	0.0	2	0.3	15	98.3	5 034
Pursat	21.4	1 756	67.5	5 533	7.1	579	0.1	5	1.1	92	1.1	90	98.3	8 055
Siem Riep	28.5	3 399	58.1	6 914	7.3	875	0.3	31	1.3	156	1.5	177	97.0	11 552
Zone 2 (Upper Floodplain)	**80.9**	**433 777**	**1.3**	**6 898**	**5.6**	**30 253**	**2.5**	**13 246**	**1.5**	**8 095**	**2.1**	**11 253**	**93.9**	**503 522**
Banteay Meanchey	81.9	58 794	0.5	374	4.6	3 323	2.0	1 449	1.7	1 212	2.7	1 912	93.4	67 064
Battambang	76.6	90 193	1.5	1 789	7.2	8 422	3.4	4 043	2.2	2 594	2.4	2 845	93.3	109 886
Kampong Chhnang	81.3	35 404	2.2	956	4.9	2 114	1.1	464	1.1	478	3.1	1 341	93.6	40 757
Kampong Thom	85.7	59 329	1.2	834	4.5	3 104	1.0	660	1.3	896	1.7	1 159	95.3	65 982
Pursat	84.8	79 451	1.4	1 278	5.0	4 646	1.0	951	1.1	1 053	1.1	1 049	94.4	88 428
Siem Riep	79.0	110 606	1.2	1 667	6.2	8 644	4.1	5 679	1.3	1 862	2.1	2 947	93.9	131 405
Zone 3 (Urban)	**27.6**	**74 411**	**1.7**	**4 549**	**24.0**	**64 677**	**6.8**	**18 275**	**7.8**	**21 043**	**6.3**	**16 917**	**74.1**	**199 872**
Banteay Meanchey	32.9	12 667	0.6	213	27.0	10 391	6.9	2 658	7.6	2 910	6.6	2 540	81.6	31 379
Battambang	30.3	24 180	0.7	530	24.1	19 256	6.5	5 217	7.5	6 008	7.6	6 046	76.6	61 237
Kampong Chhnang	18.3	3 644	12.0	2 381	27.7	5 502	4.0	804	7.9	1 562	9.5	1 897	79.5	15 790
Kampong Thom	53.6	13 701	0.7	177	15.7	4 014	2.6	661	4.5	1 156	3.7	944	80.8	20 653
Pursat	38.4	7 547	0.3	57	20.3	3 995	4.8	940	5.5	1 084	4.6	897	73.9	14 520
Siem Riep	53.2	126 677	4.1	9 772	13.0	31 038	5.8	13 705	4.3	10 341	3.2	7 726	83.7	199 259
Total for Tonle Sap	**61.3**	**520 777**	**4.5**	**38 248**	**11.5**	**97 928**	**3.7**	**31 624**	**3.5**	**29 706**	**3.4**	**28 578**	**87.8**	**746 861**

***Note**: The amount for different livelihood sectors indicate the amount of people whose main livelihood activity is the one indicated.*
% for different livelihood sectors indicate the proportion of livelihood from the economic active population (EAP) in the zone/sub-zone.

出典：Keskinen et al., Tonle Sap now and in the future, 2013

農業については Zone 2 では米作が中心だが、トンレサップ湖に近い Zone 1 では稲作に適した農地が少なく乾季にメイズなどを、一方、都市域の Zone 3 では野菜栽培なども行われている。コメの収量は Kampong Thom と Battambang で平均 1.4-2.2 tonne/ha と報告されており、上流域では二期作が可能だが、収量に影響を及ぼす区画、土壌肥沃度、増収技術、作物多様化、灌漑施設の管理など様々な分野で課題が多いようである（Johnston et al. , 2013）。この地域では渇水と浸水・洪水の両方の問題に頻繁に直面しているが、特に乾季の水確保は重要な課題であり、灌漑システムやため池システムの最適化が望まれている。一方、トンレサップ湖に近い地域では耕作できる期間が限られている他、平均土地所有面積も 1-2 ha で充分な農業収入を得ることが困難なようである。

このように農業においては、農業用水の確保の問題に加えて土地の所有・登記、開発許認可に関わる手続きやポリティックス、市民権を得られず土地所有ができないベトナム系の法的位置づけ、ゾー

ニングによる所有権の侵害の可能性など様々な課題が存在するが、これらについてさらに調査が必要である[121]。

漁業について、トンレサップ湖流域およびカンボジア側のメコンデルタは世界の中でも最も内水面漁業が盛んな地域でもある。トンレサップ湖やメコン河およびその氾濫域に加えて、水田やため池、流域の河川も魚類などには重要なハビタットであり、表 5.1.9 に示す通り両地域で合計 112,589 km^2 が魚類のハビタットがあり、水産物の生産高は 628,316 トン/年と推定されている（Green et al., 2019[122]）。

表 5.1.9　Tonle Sap 地域およびカンボジアのメコンデルタ地域の ハビタット面積と漁獲高の推定値

Habitat class	Areas of habitat classes in the tributary river basins (km^2)		Total Area
	Tonle Sap River Basin	Mekong Delta River Basin	
1 Major river - floodplain within the major flood zone	14,803	10,444	25,246
2 Rain-fed habitat	18,387	6,151	24,538
3 Water Body outside the major flood zone	241	87	328
Sub-total wetlands	33,431	16,681	50,113
Total area	83,267	29,321	112,589
Habitat class	**Likely fisheries yield (tonnes/year) from production in the tributary river basins**		**Total Yield**
	Tonle Sap River Basin	**Mekong Delta River Basin**	
1 Major river - floodplain within the major flood zone	222,043	156,654	378,697
2 Rain-fed habitat	137,902	46,134	184,036
3 Water Body outside the major flood zone	48,247	17,335	65,583
Total yield	408,193	220,123	628,316

出典：Green et al., Rapid Assessment of Eco-Hydrology for the Tonle Sap River Basin and Mekong Delta River Basin, Cambodia, FutureWater Report 206, ADB, 2019

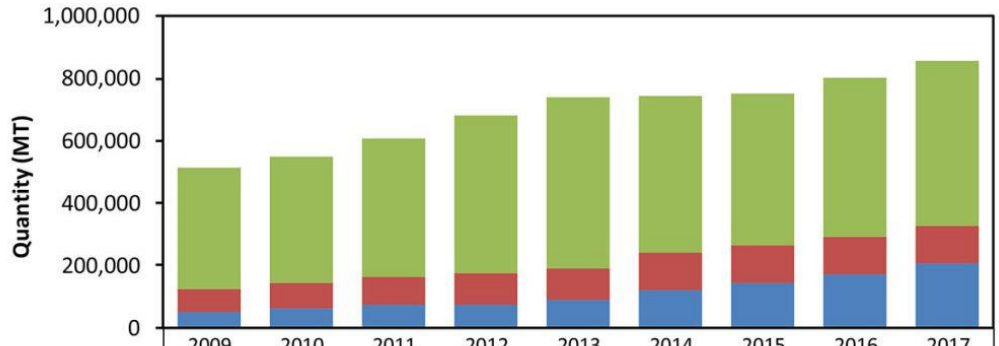
このうちトンレサップ湖の漁業の中心は、湖における天然魚の漁獲漁業であり、代表的な魚種としては white fish に分類されるコイ科 (Cirrhinus microlepis, Hampala macrolepidota, Barbodes altus, Leptobarbus hoeveni, Osteochilus melanopleura, Morulius chrysophekadion), パンガシウス科、ナマズ科 (Wallago attu, Micronema apogon)、ナギナタナマズ科(Notopterus chitala and N. notopterus)の魚など、back fish に分類されるヒレナマズ科(Clarias batrachus), タイワンドジョウ科 (Channa micropeltes, C. striata),

[121]ポルポト政権下で土地の私的所有権が否定され（天川、2001）土地登記が白紙化された過去がある他、1992 年の土地法制定および 2001 年の改定を経ても、土地譲渡の問題や、水上集落のベトナム系住民のように正式な国民ステータスがないため土地所有ができない問題などが存在するため、Tonle Sap 地域の農地所有の問題は複雑である。また 2019 年には Kampong Chanang 州の floating village のベトナム系住民の多くが強制移住させられている（Phnom Penh Post, 2019）。

[122] Green et al., Rapid Assessment of Eco-Hydrology for the Tonle Sap River Basin and Mekong Delta River Basin, Cambodia, FutureWater Report 206, ADB, 2019.

ギギ科 (Mystus spp.), ダツ科(Trichogaster spp.) and キノボリウオなど、そして opportunists に分類されるコイ科 (Henicorhynchus siamensis, Thynnichthys thynnoides, Dangila spilopleura)などが挙げられる（Lamberts, 2001[123]）。

図 5.1.17 にカンボジアの漁獲高の変遷をしめす。内水面漁業の漁獲高は概ね 500,000 トン/年程度（Panha, 2018）である。So & Song (2011)[124]はトンレサップ湖の 2001－2010 年の漁獲高は 150,000 – 253,200 トン/年と推定しており、他の文献でも 200-300,000 トン/年（例、Campbell et al., 2006; van Zalinge, 2002[125]; Navy et al., 2006[126]）と推定している。漁業局が自治体の協力を得て漁獲高のモニタリングを行っているようだが、Tonle Sap 地域の漁業は湖におけるコミュニティ漁業（Community Fisheries）や零細漁業、トンレサップ湖とメコン河を結ぶ Tonle Sap 川の大規模定置網（Dai）漁、流域の河川や池などにおける漁業など多岐に亘っており、近年の具体的な数値は確認できていない。



	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Inland capture	390,000	405,000	445,000	509,000	550,000	505,005	487,905	509,350	527,795
Marine capture	75,000	85,000	91,000	99,000	100,000	120,250	120,500	120,600	121,025
Aquaculture	50,000	60,000	72,000	74,000	90,000	120,000	143,141	172,500	207,443
Total (MT)	515,000	550,000	608,000	682,000	740,000	745,255	751,546	802,450	856,263

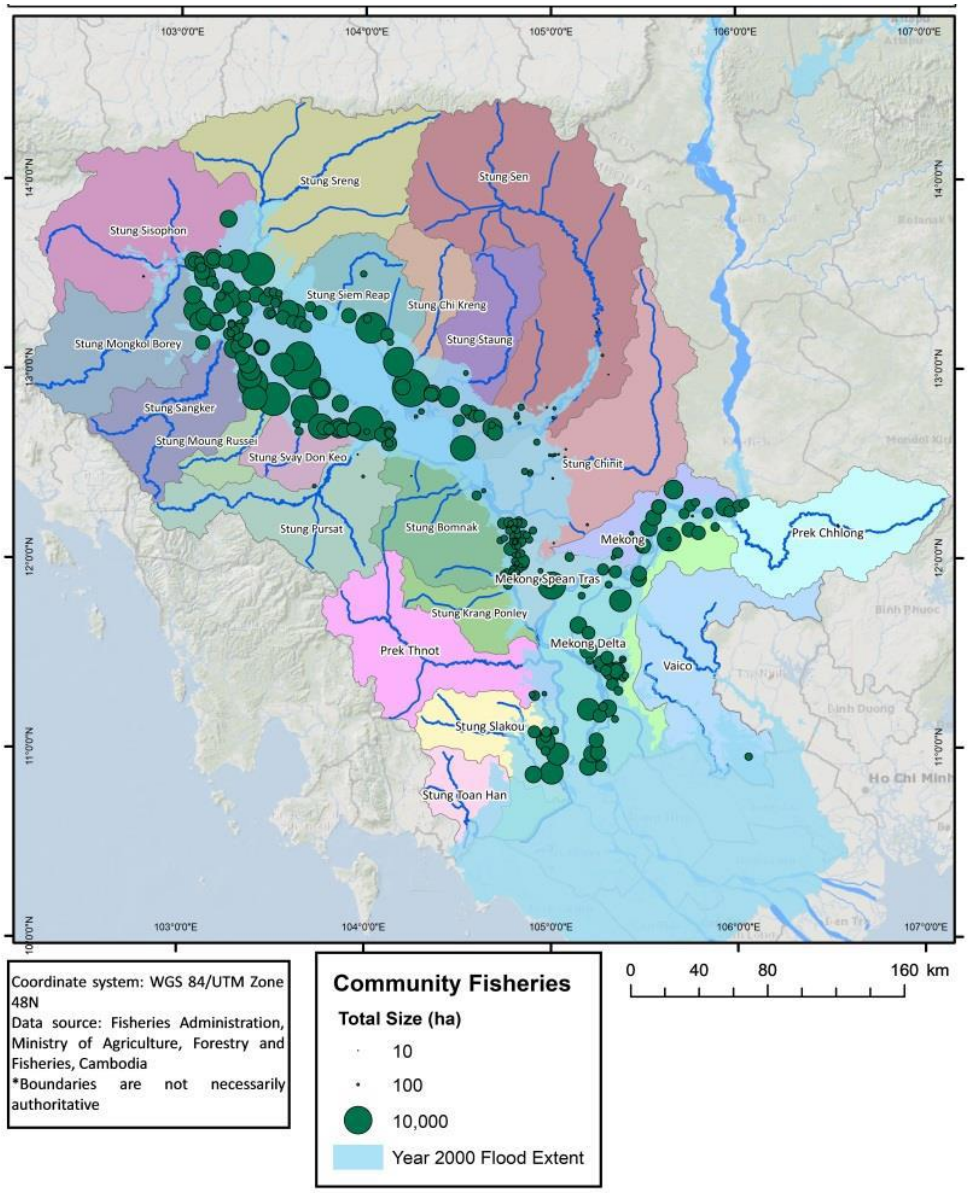
出典：Panha, 2018[127]

図 5.1.17　カンボジアの漁獲高の変遷

トンレサップ湖の漁業は、区画別のライセンスの競売に基づく商業的漁業が中心だったが、漁具の進歩などに伴い大規模な乱獲が進んだ他、漁業権を巡って多くの紛争が起こった。このような中、2000 年にはコミュニティが自分達で漁場を管理するコミュニティ漁業を重視する政策に転換され、2012 年にはトンレサップ湖における商業的漁業が全面的に禁止になった。図 5.1.18 にトンレサップ湖のコミュニティ漁業の位置図を示す。コミュニティ漁業に参加する住民はメンバーとなる必要があり、コミュニティとして管理計画を策定し、同計画に従った漁業を行う。コミュニティ漁業は持続的な漁業資源管理に向けた重要なフレームワークであるが、実際にはメンバーシップや組織、漁区の設定および権利、活動と資金、情報整備とネットワーク化などに関して様々な課題を抱えているのも事実のよう

[123] Lamberts , Tonle Sap Fisheries: A Case Study on Floodplain Gillnet Fisheries, FAO, 2001.
[124] So, N., & Song, S. L. (2011). Fisheries management and development in Tonle Sap Great Lake, Cambodia. In Consultation on Development Trends in Fisheries and Aquaculture in Asian Lakes and Reservoirs, 20–23 September 2011, Wuhan, China.
[125] van Zalinge, N.P., Update on the status of the Cambodian inland capture fisheries sector with special reference to the Tonle Sap Great Lake, Mekong Fish Catch and Culture, Dec. 2002.
[126] Navy et al., Socioeconomics and Livelihood
Values of Tonle Sap Lake Fisheries. Inland Fisheries Research and Development Institute, ADB, 2006.
[127] Panha, Fisheries Country Profile, 2018, http://www.seafdec.org/fisheries-country-profile-cambodia/ アクセス日：2021/2/18

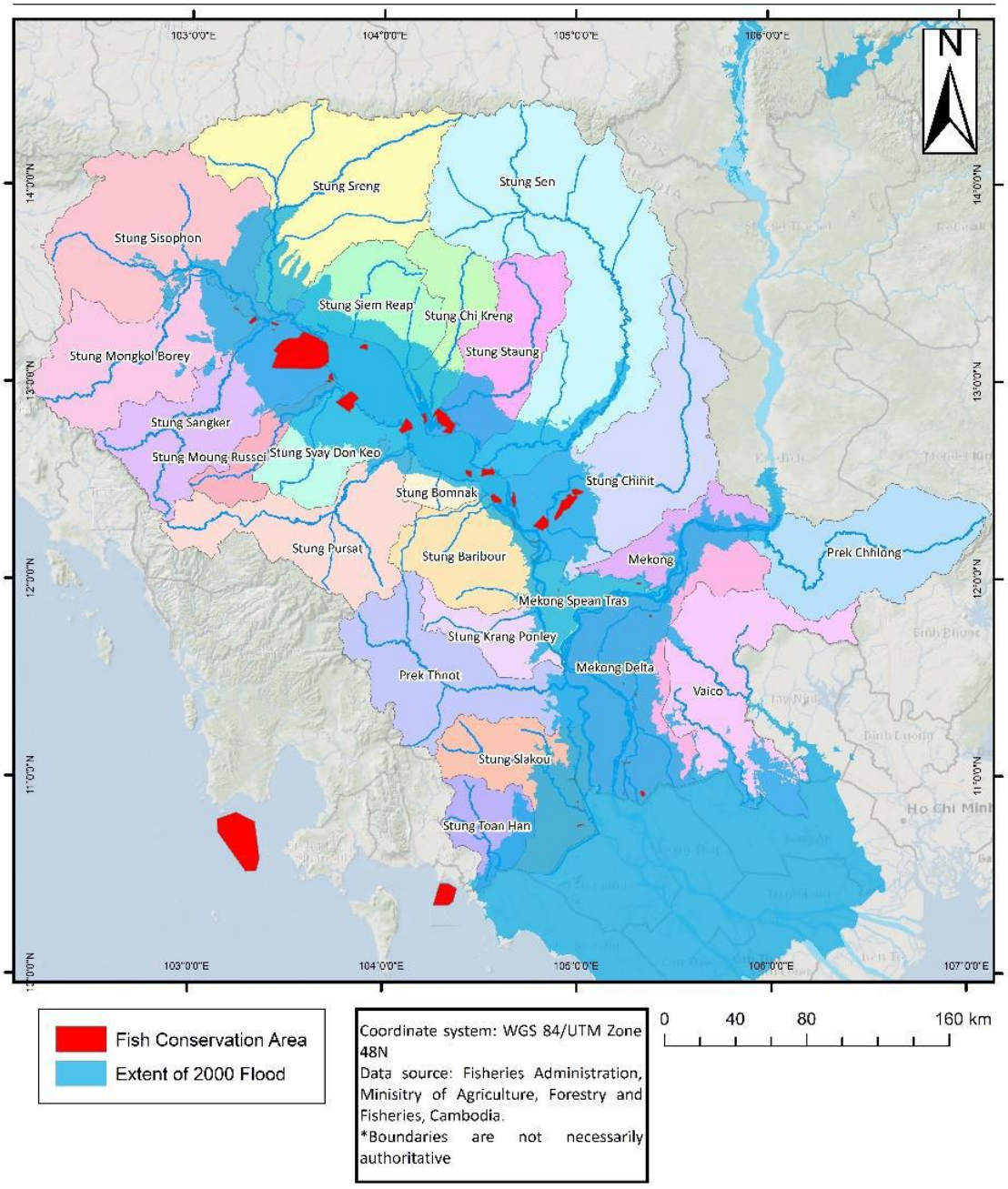
である（Kurien、2017[128]）。またかつての商業的漁業区の一部は MAFF の Fishery Conservation Dept.が管理する国レベルの漁業禁止区域に設定されている（図 5.1.19）。コミュニティ漁業区および漁業禁止区域以外の地域は自由に漁業ができる区域となっており、コミュニティ漁業のメンバー外の住民も漁業ができる。さらに氾濫原周辺の農地では農業用のため池などを魚のハビタット兼養殖池として共同利用する Community Fish Refuges という仕組みもある（Green et al., 2019）。また Tonle Sap 川ではトンレサップ湖からの流出が卓越する乾季にメコン河に向けて下ってくる魚を捕獲する大規模定置網（Dai）漁が行われている。



出典：Green et al., Rapid Assessment of Eco-Hydrology for the Tonle Sap River Basin and Mekong Delta River Basin, Cambodia, FutureWater Report 206, ADB, 2019

図 5.1.18　Tonle Sap 地域およびカンボジアのメコンデルタ地域におけるコミュニティ漁業の分布

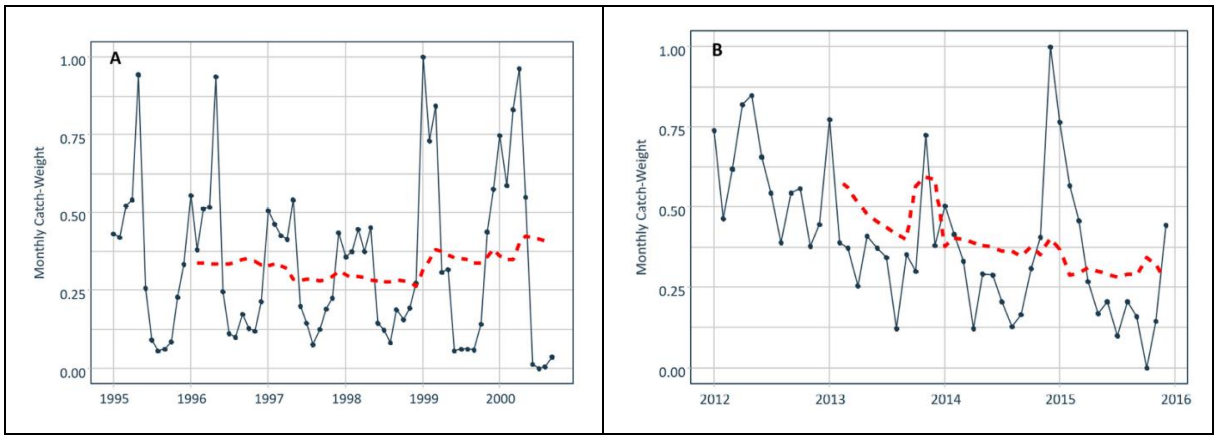
[128] Kurien, Community Fisheries Organization of Cambodia, FAO, 2017



出典：Green et al., Rapid Assessment of Eco-Hydrology for the Tonle Sap River Basin and Mekong Delta River Basin, Cambodia, FutureWater Report 206, ADB, 2019

図 5.1.19　Tonle Sap 地域およびカンボジアの漁業禁止区域の分布

近年、Tonle Sap 地域では漁獲高の減少が指摘されている。図 5.1.20 に MRC のレンレサップ川の大規模定置網漁業（ダイ）のモニタリングデータに基づく 1995-2000 年（商業漁業禁止前）と 2012-2016（商業漁業禁止後）の標準化された漁獲高の推移を示す。（尚、この分析の対象となっているのはトンレサップ湖とメコン河を結ぶ Tonle Sap 川における漁獲量であり、Tonle Sap 地域全体の漁獲高ではない。またデータは各期間で標準化されている）。



出典：Chan et al., 2020[129]

図 5.1.20　Tonle Sap 川の大規模定置網漁業（ダイ）のモニタリングデータに基づく漁獲高の推移

1995-2000 の漁獲高はメコン河の流量変動に伴った規則的な規制変動を示しており安定していたが、2012 年以降は規則的な変動が失われ、漁獲高も減少傾向にある。また魚種別の漁獲高データを統計解析すると、2012 年以降は 1995-2000 に見られた回遊性の高く大型で捕食性の魚種が減少傾向にあり、回遊距離が短いあるいは氾濫原に生息する小型の魚種が中心になっている。（Chan et al., 2020）一方、MRC の 2007 年-2018 年の魚類のモニタリングでは、Tonle Sap の単位漁獲努力量当り漁獲量（CPUE）はこの期間に増加傾向にあり（MRC、2021）[130]、必ずしも整合性にある結果になっていない点に留意が必要である。

トンレサップ湖の漁獲高は住民の生計や地域経済にとって非常に重要であり、どのような要因がトンレサップ湖の漁獲高を左右するかについて多くの検討がされてきた（例：Halls and Hortle, 2021[131]; Chan et al., 2020; Green et al., 2019; Ngo et al., 2018[132]; Kano et al., 2016[133]; Baran et al., 2015[134]; Fukushima et al., 2014[135]; MRC, 2013[136]; Nguyen et al., 2008[137]; MRC, 2004[138]）。主要な要因としては以下が挙げられる：

- 魚の乱獲
- 上流のダム開発や気候変動による流況（量・タイミング）の変化に伴う氾濫原（浸水林など）のハビタットへの影響や回遊のトリガーの変化
- 上流のダム開発による土砂および栄養塩の供給の低減によるハビタットへの影響（濁度の低下）や魚類の餌となるプランクトンの変化など
- メコン河流域(トンレサップ湖流域の支川を含む)の構造物(灌漑用ダムなど)による回遊の阻害

[129] Chan et al., Temporal Dynamics of Fish Assemblages as a Reflection of Policy Shit from Fishing Concession to Co-Management in One of the World's Largest Tropical Flood Pulse Fisheries, Water, 2020, 12, 2974, 18 pp.
[130]
[131] Halls and Hortle, Flooding is a key driver of the Tonle Sap dai fishery in Cambodia, Scientific Reports, (2021) 11:3806
[132] Ngo et al., Evidence of indiscriminate fishing effects in one of the world's largest inland fisheries, Scientific reports, 2018, 8:8947
[133] Kano et al. (2016) Impacts of Dams and Global Warming on Fish Biodiversity in the Indo-Burma Hotspot. PLoS ONE 11(8): e0160151
[134] Baran et al., 2015 Fish, sediment and dams in the Mekong. Penang, Malaysia: WorldFish, and CGIAR Research Program on Water, Land and Ecosystems (WLE).,108 pp.
[135] Fukushima et al., Potential Effects of Hydroelectric Dam Development in the Mekong River Basin on the Migration of Siamese Mud Carp (Henicorhynchus siamensis and H. lobatus) Elucidated by Otolith Microchemistry, PLOS ONE, August 2014, 9 (8), e103722
[136] MRC, Integrated Analysis of Data from MRC Fisheries Monitoring Programmes in the Lower Mekong Basin, 2013.
[137] Nugyen et al., The Spatial Distribution of Fish Species Catches in Relation to Catchment and Habitat Features in the Floodplain Lot Fisheries of Tonle Sap Lake, Cambodia, J. Fisheries and Aquatic Science, 3 (4), 213-227, 2008.
[138] MRC, An Introduction to Cambodia's Inland Fisheries, 2004

- トンレサップ湖や流域河川の水質悪化による溶存酸素の低下、魚類の餌となるプランクトンの変化、農薬による生態系への影響など
- 流域の土地利用・水環境（水田、水路、ため池などを含む）の変化の影響
- その他

ここに挙げた要因はいずれも重要と思われるが、Tonle Sap 地域の生態系は非常に複雑かつ複合的であり、専門家の意見も必ずしも統一されていないようである。例えば Ngo et al. (2018)は過去の Tonle Sap River の魚種別の定置網漁のデータと食物連鎖の栄養段階の関係から魚の乱獲の問題を指摘しているが、Halls and Hortle (2021)は同様に過去の Tonle Sap 川の定置網漁のデータと Flood Index の関係から洪水の減少の影響を指摘している。

5.2 開発によるインパクト

メコン河流域のダムのトンレサップ湖への影響を考える場合に一番問題になる可能性があるのは、漁業への影響である。よって、ここではダム開発が魚類に与える影響と、漁獲高の減少が住民の生計に与える影響についての知見をレビューする。トンレサップ湖の魚類・生態系に対する開発の影響については、MRC Council Study の Bio-resources Assessment（BioRA）(2017)[139]で評価がされている。第 4 章にて紹介したとおり MRC の Council Study では 2040 年までのメコン下流域（ラオス、タイ、カンボジア、ベトナム）の流域開発のシナリオの生物影響について BioRA と呼ばれる影響評価を行っており、Tonle Sap 地域の魚類も含まれている。評価は生態系の観点から共通点の多い 8 つのゾーンに分けて行われており、トンレサップ湖に関連するのはトンレサップ湖地域（Zone 7）および Tonle Sap 川とカンボジアの氾濫原地域（Zone 6）である（第 4 章参照）。

表 5.2.1 に魚類に関わる予測結果（2007 年をベースとした魚種別のバイオマス）を示す。Zone 6（Tonle Sap 川およびメコン氾濫原）および Zone 7（トンレサップ湖）の Scenario 2040 年および Scenario 2040CC を見ると、回遊距離の長い Main channel resident 種、ある程度回遊する Main channel spawner 種などは壊滅的な影響を受け、絶滅する種やそれに準ずる影響を被る種が発生することが予想される。一方、適応度の高い Euryotopic 種はほとんど影響を受けず、外来種は増えることが予想される。

[139] MRC、The Council Study: Study on the sustainable management and development of the Mekong River, including impacts of mainstream hydropower projects. BioRA Final Technical Report Series. Volume 4: Assessment of Planned Development Scenarios. FINAL REPORT. Vientiane, Lao PDR. 145 pp., 2017.

表 5.2.1　シナリオ別・魚種別の 2007 年からのバイオマスの予測結果

Zone	Indicator	Zone							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Scenario 2020	Rhithron resident	-5	0	10	-5	-20			
	Main channel resident (long distance white)	-100	-90	-80	-65	-60	-50	-30	-60
	Main channel spawner (short distance white)	-85	-45	-45	-25	-30	-30	-20	-55
	Floodplain spawner (grey)			-25	-20	-35	-40	-30	-50
	Floodplain resident (black)			-30	-40	-55	-40	-20	-45
	Eurytopic (generalist)	-15	5	15	-10	-25	-5	-5	0
	Estuarine resident						-30	-20	-20
	Anadromous			-45	-25	-15	-10	-5	-15
	Catadromous				-55	-15	-15	-15	-25
	Marine visitor								0
	Non-native	80	60	30	25	40	40	40	50
Scenario 2040	Rhithron resident	-5	-5	25	-5	-35			
	Main channel resident (long distance white)	-100	-100	-100	-100	-100	-95	-90	-95
	Main channel spawner (short distance white)	-100	-95	-80	-100	-95	-70	-65	-95
	Floodplain spawner (grey)			-15	-25	-45	-60	-60	-80
	Floodplain resident (black)			-15	-35	-70	-70	-40	-85
	Eurytopic (generalist)	5	40	50	30	-5	-10	10	10
	Estuarine resident						-55	-45	-35
	Anadromous			-100	-100	-55	-40	-20	-35
	Catadromous				-95	-35	-30	-20	-40
	Marine visitor								-5
	Non-native	115	110	80	85	90	80	80	95
Scenario 2040CC	Rhithron resident	-5	-5	10	-10	-30			
	Main channel resident (long distance white)	-100	-100	-100	-100	-100	-90	-85	-85
	Main channel spawner (short distance white)	-100	-100	-85	-100	-95	-65	-65	-80
	Floodplain spawner (grey)			-30	-25	-45	-55	-70	-40
	Floodplain resident (black)			-30	-35	-65	-65	-55	-35
	Eurytopic (generalist)	10	40	45	35	-5	-5	0	35
	Estuarine resident						-55	-55	-25
	Anadromous			-100	-100	-55	-30	-15	-15
	Catadromous				-95	-30	-25	-20	-20
	Marine visitor								5
	Non-native	115	115	95	80	85	75	70	70

Less than 2007				More than 2007		
<-70%	-40 to -70%	-20 to -39%	-19 to+19	+20 to +39%	+40 to +70%	>70

出典：MRC, Council Study, Biological Resources Assessment, Technical Report Series, Volume 4: Assessment of Planned Development Scenarios, Final Report, 2017.

表 5.2.2 に総合的な評価結果を示す。Zone 6（Tonle Sap 川およびメコン氾濫原）および Zone 7（トンレサップ湖）では Scenario 2040 で魚類のバイオマスが 40%および 25%、Scenario 2040CC では 35%および 35%の減少となる。またこれらの地域の魚類以外の水生生物（Other Aquatic Animals, OAA: 貝類など）についても 10～15%の減少が予想されている。

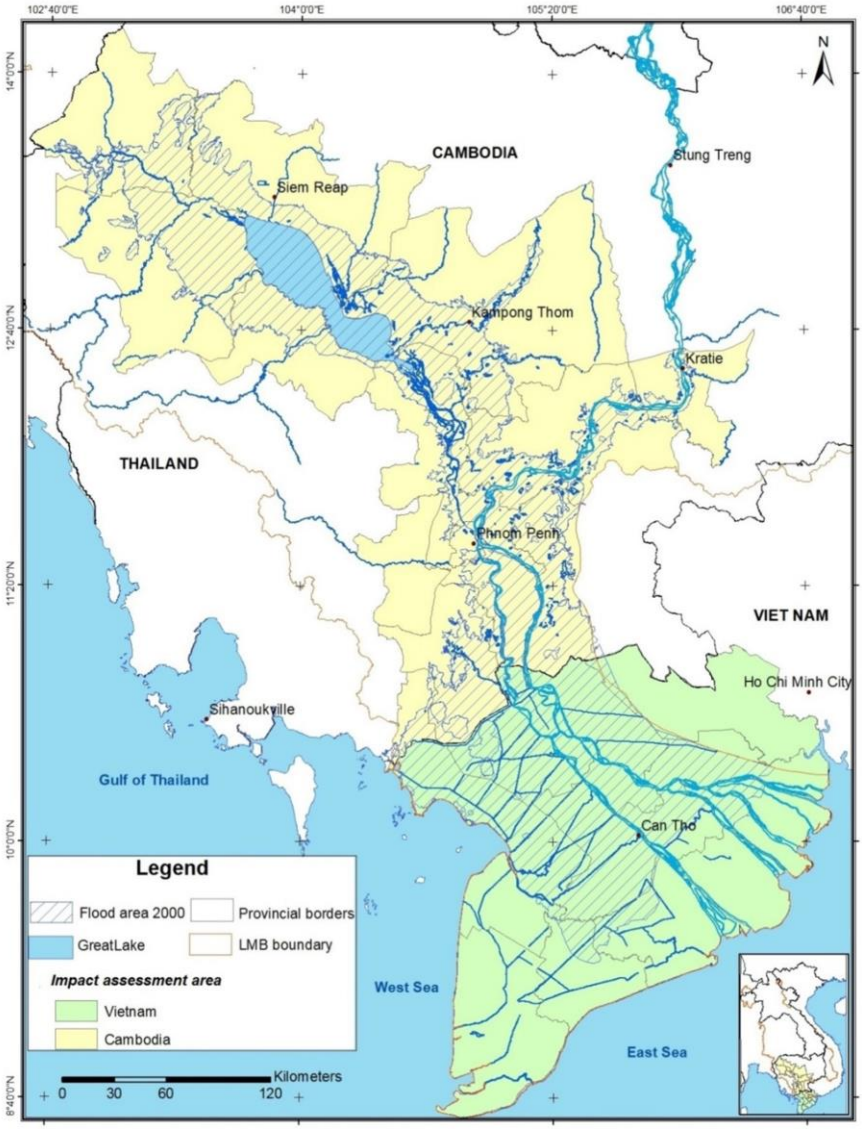
表 5.2.2　ゾーン別・シナリオ別の生態系予測結果

Zone	Indicator		2020	2040	2040CC
Zone 1	Erosion	river channel	+115	+115	+115
		impoundment	n/a	-100	-100
	Extent of indigenous riparian and wetland vegetation		-0	-35	-40
	Fish biomass		-35	-55	-55
	OAA biomass		-25	0	0
	Biodiversity		-35	-55	-60
Zone 2	Erosion	river channel	+45	+70	+65
		impoundment	-100	-100	-100
	Extent of indigenous riparian and wetland vegetation		-25	-80	-80
	Fish biomass		-40	-70	-75
	OAA biomass		+5	+35	+35
	Biodiversity		-50	-85	-85
Zone 3	Erosion	river	+25	+30	+20
		impoundment	n/a	n/a	n/a
	Vegetation biomass		-10	-10	-10
	Fish biomass		-40	-60	-65
	OAA biomass		-15	-15	-15
	Biodiversity		-30	-35	-35
Zone 4	Erosion	river channel	+35	+35	+40
		impoundment	n/a	-100	-100
	Extent of indigenous wetland vegetation		0	-30	-35
	Fish biomass		-15	-40	-40
	OAA biomass		-15	0	0
	Biodiversity		-40	-80	-80
Zone 5	Erosion	river channel	+60	+80	+80
		impoundment	n/a	-100	-100
	Extent of indigenous riparian and wetland vegetation		-10	-45	-45
	Fish biomass		-20	+5	+5
	OAA biomass		-15	+5	+10
	Biodiversity		-35	-75	-75
Zone 6	Floodplain sedimentation		-65	-95	-95
	Extent of indigenous riparian and wetland vegetation		-15	-30	-25
	Fish biomass		-20	-40	-35
	OAA biomass		-5	-10	-10
	Biodiversity		-25	-45	-45
Zone 7	Floodplain sedimentation		-25	-55	-55
	Extent of indigenous riparian and wetland vegetation		-10	-15	-10
	Fish biomass		-15	-25	-35
	OAA biomass		-10	-10	-15
	Biodiversity		-25	-50	-50
Zone 8	Floodplain sedimentation		-70	-95	-95
	Extent of indigenous riparian and wetland vegetation		-30	-40	-5
	Fish biomass		-15	-30	-10
	OAA biomass		-10	-15	0
	Biodiversity		-35	-50	-35

出典：MRC, Council Study, Biological Resources Assessment, Technical Report Series, Volume 4: Assessment of Planned Development Scenarios, Final Report, 2017.

メコン河流域のダムの Tonle Sap の魚類・生態系および漁業への影響については、ベトナム MONRE の Mekong Delta Study (2015)[140]でも評価がされている。これは Council Study とほぼ同時期にベトナムの MONRE がカンボジアとベトナムの氾濫原を対象に予測評価を行ったもので、委託先は DHI（デンマーク）と HDR（米国）である。図 5.2.1 に対象地域を示す。

[140] MONRE-VN, Study on the Impacts of Mainstream Hydropower on the Mekong River Final Report, 2015



出典：MONRE-VN, Study on the Impacts of Mainstream Hydropower on the Mekong River Final Report, 2015

図 5.2.1　Mekong Delta Study の対象範囲

Mekong Delta Study ではメコン本流のダム開発、メコン本流のダム開発＋メコン支流のダム開発、メコン本流のダム開発＋タイ/カンボジアの転流計画、のシナリオが対象になっており、さらに複数のメコン本流ダム（Pakbeng、Pak Chum、Ban Kum、Lat Sua、Stung Treng,、Sambor）のコンビネーションについて代替案比較をし、メコン本流ダムの開発が段階的・部分的に進められた際の評価をしている。評価は水文と流量、土砂、水質（栄養塩と塩分）、回遊の障害、漁業、生物多様性、水運、農業、経済、生計について行われており、このうち漁業については、河川の流況・水質・連続性の影響、ハビタットの変化の影響、土砂の削減の影響などを評価している。

図 5.2.2 に漁業（天然魚漁獲漁業、養殖）への影響の評価結果を示す。

	Indicator	Scenario 1		Scenario 2		Scenario 3		Alternative 4		Alternative 5		Alternative 6		Alternative 7	
		CM	VN	CM	VN	CM	VN	CM	VN	CM	VN	CM	VN	CM	VN
Capture fisheries	Loss of fish catch yield	4	4	4	4	4	4	1 – 2	1 – 2	2 – 3	2 – 3	4	4	2 – 3	2 – 3
	Loss of OAAs yield	4	4	4	4	4	4	1 – 2	1 – 2	2 – 3	2 – 3	4	4	2 – 3	2 – 3
	Loss of yield of economically important fish species	4	4	4	4	4	4	1 – 2	1 – 2	2 – 3	2 – 3	4	4	2 – 3	2 – 3
	Species loss in catch composition	4	4	4	4	4	4	1 – 2	1 – 2	2 – 3	2 – 3	4	4	2 – 3	2 – 3
Aquaculture	Change in extent of aquaculture area per species group	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Change in production per aquaculture species group	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Notes:
1. 0 = no impact; 1 = low impact; 2 = moderate impact; 3 = high impact; 4 = very high impact
2. CM = Cambodia; VN = Viet Nam
3. The high to very high impacts are mainly caused due to a combination of the dam barrier effects and substantial declines in sediment and nutrient loadings.

出典：MONRE-VN, Study on the Impacts of Mainstream Hydropower on the Mekong River Final Report, 2015

図 5.2.2　Mekong Delta Study におけるシナリオ別の漁業影響の予測結果

評価はカンボジア側とベトナム側について行われているが、メコン本流のダム開発が全面的に行われる Scenario 1、Scenario 2、Scenario 3 ではカンボジア側、ベトナム側とも天然魚漁獲漁業に対する甚大な影響が予測されている。また最下流の Sambor ダムの開発が含まれる Alternative 6 でも甚大な影響が予測されている。これらからカンボジアやベトナムに近い下流のダムが漁業に大きな影響を与えることが示されている。表 5.2.3 には Scenario 1、Scenario 2、Scenario 3 のカンボジアの天然魚漁獲漁業への影響の予測値を示す。

表 5.2.3　Mekong Delta Study におけるシナリオ別漁獲高の予測結果

Indicator	Units	Baseline yield (t)	Scenario yield (t)	Scenario net loss of yield (t)
Scenario 1				
Yield total – Fish	tonnes	481,537	223,071-241,919	239,618-258,460
Yield total – OAAs	tonnes	105,467	84,444	21,023
Yield of economically important species	tonnes	235,953	119,148	116,805
Fish catch diversity[1]	Species at risk		37	
Catch per unit effort (CPUE)[1]	kg/gear/day	Insufficient data to estimate.		
Scenario 2				
Yield total – Fish	tonnes	481,537	218,774-237,056	244,481-262,763
Yield total – OAAs	tonnes	105,467	83,387	22,080
Yield of economically important species	tonnes	235,953	117,826	118,127
Scenario 3				
Yield total – Fish	tonnes	481,537	217,736-236,019	245,518-263,801
Yield total – OAAs	tonnes	105,467	83,160	22,307
Yield of economically important species	tonnes	235,953	117,613	118,340

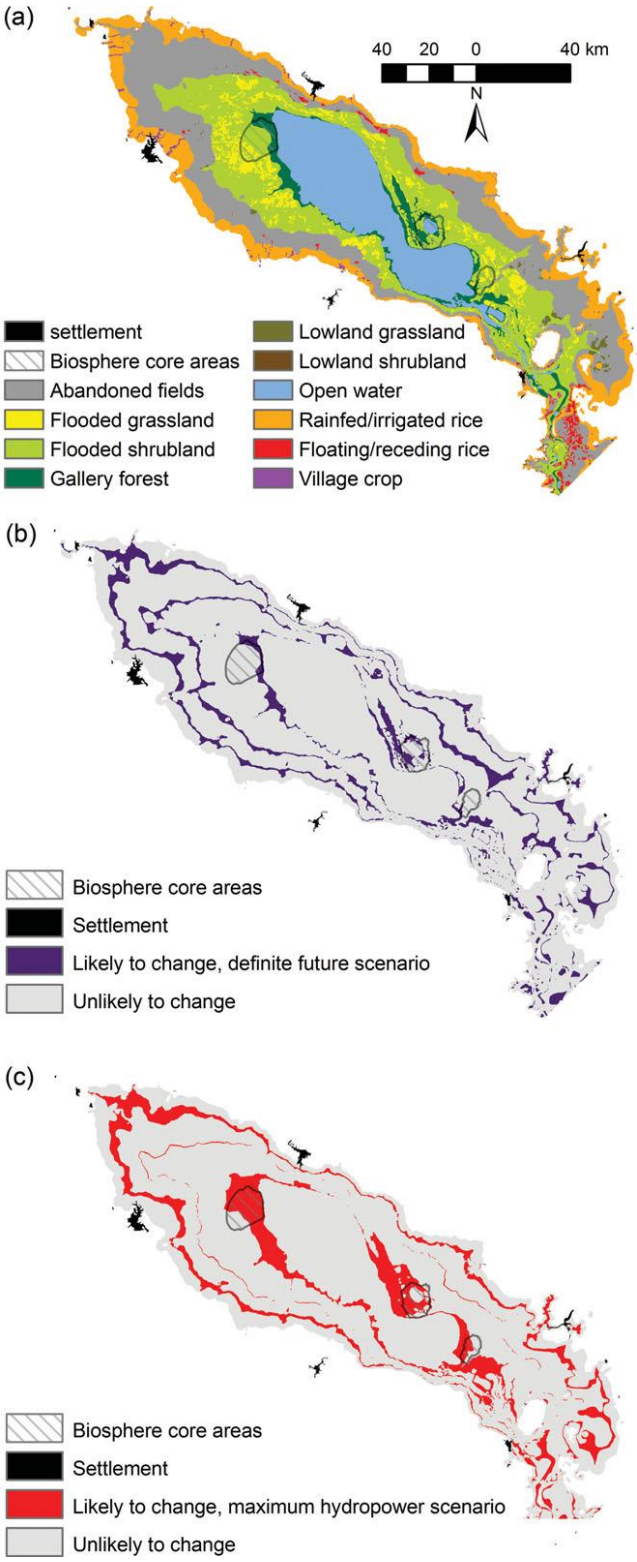
[1] CPUE and number of species at risk do not vary between the three Scenarios, and thus are not repeated.

出典：MONRE-VN, Study on the Impacts of Mainstream Hydropower on the Mekong River Final Report, 2015

影響がない場合の漁獲量の 481,537 トンに対し、ダム開発がされる場合は 210,000-240,000 トン程度に概ね半減することが予想されている。また経済的に重要な魚種の漁獲量もベースラインの 235,953 トンから 120,000 トン程度と半減するとしている。これらの減少の主要な原因としてはダムによる物理的障害による回遊性の大きい white fish の減少が挙げられている。また栄養塩の減少による影響も大きい可能性があり、特に回遊性の比較的少ない white fish、grey fish、generalist、estuarine resident guild（河口の魚種）に影響が及ぶとしている。一方、トンレサップ湖への逆流の減少や洪水の減少による漁業への影響がどの程度あるかは、明確でない。

また Arias et al. (2013)[141]は土地利用・土地被覆、ダムによる水位変動、そして 61 種の動物の生息域の情報をもとに、将来のダム開発が Tonle Sap 地域の動物相の生息域にどのような影響を及ぼすかについて予測をしている。図 5.2.3 に予測結果を示す。当該地域は非常に平坦なため、ダム開発による水位変動は予測対象地域（15,097 km^2）の 19%にあたる地域で恒久的な生息域の変化をもたらすと予測されている。特に季節的に湛水する地域は短期的には大きな影響を受け、さらに長期的にはこの変化に対する適応が起こることも予想される。

[141] Arias et al., Modelling future changes of habitat and fauna in the Tonle Sap wetland of the Mekong, Environmental Conservation 2013:1-11.



出典：Arias et al., Modelling future changes of habitat and fauna in the Tonle Sap wetland of the Mekong, Environmental Conservation 2013:1-11.

図 5.2.3　ダム開発による動物相の生息域への影響

影響は種が特定の生息域に大きく依存するかによっても大きく異なる。表 5.2.4 に代表的な動物種の生息域の変化の予測値を示す。もっとも影響を受けるのは浸水林を利用する霊長類（カニクイザル

（Macaca fascicularis）、シルバーリーフモンキー（Semnopithicus cristatus）などであり、洪水期の浸水林を産卵場に利用する魚類（例、スネークヘッド/雷魚、Channidae）なども甚大な影響を受けると予想されている。

表 5.2.4　ダム開発による代表的な動物種の生息域の変化

Table 2 Potential habitat (area in km²) in baseline and future scenarios by representative fauna. OW = open water, GF = gallery forest, FG = seasonally flooded grasslands, FS = seasonally flooded shrublands, LG = lowland grasslands, AF = abandoned fields, TR = transitional zone rice (floating and recession rice), VC = village crops, and LS = lowland shrublands.

Common name/group	*Species*	*Habitats used*	*Baseline*	*Definite future*				*Maximum hydropower scenario*			
			area used a	*Short-term area c*	*Long-term area b*	*Short-term change (%) (c − a)/a*	*Long-term change (%) (b − a)/a*	*Short-term area e*	*Long-term area d*	*Short-term change (%) (e − a)/a*	*Long-term change (%) (d − a)/a*
Hairy-nosed Otter	*Lutra sumatrana*	GF, FS	4578	3808	3525	− 17	− 23	3290	3892	− 28	− 15
Long-tailed Macaque	*Macaca fascicularis*	GF	657	518	505	− 21	− 23	0	505	− 100	− 23
Cyprinids	*Henicorhynchus spp., Cirrhinus microlepis, Osteochilus spp., Cyclocheilichthys enoplos, Dangila spp.*	OW, GF, FS, FG, AF, TR, LS	12653	10681	11854	− 16	− 6	9917	11439	− 22	− 10
Snakeheads	*Channa striata, Channa micropeltes, Channa lucius*	OW, GF, FS, FG, AF, TR, LS	12653	10681	11854	− 16	− 6	9917	11439	− 22	− 10
Water snakes	*E. enhydris, E. Longicaude, H. buccata, E. Bocourti, E. Tentaculatus, X. Piscator, C. Ruffus*	GF, FS, FG	5443	3808	3525	− 30	− 35	4043	4651	− 26	− 15
Grey-headed Fish-eagle	*Ichthyophaga ichthyaetus*	GF, FS, FG	5443	3808	3525	− 30	− 35	4043	4651	− 26	− 15
Bengal Florican	*Houbaropsis bengalensis*	FG, LG	866	877	911	+1	+5	753	814	− 13	− 6

出典：Arias et al., Modelling future changes of habitat and fauna in the Tonle Sap wetland of the Mekong, Environmental Conservation 2013:1-11.

これらの一連の検討結果から、将来の漁獲高や動物相への影響についておよそ以下が言える。

- Tonle Sap 地域の漁獲高は回遊の阻害、ハビタットの減少、プランクトンなどの変化、乱獲などの複合的要因で将来半減する可能性がある。
- メコン本流や支流のダムによる回遊の阻害は重要な要因であり、特に Sambor ダム、Stung Treng ダムなどトンレサップ湖から近い地域に魚の回遊を阻害する構造物が作られる場合の影響は大きいと思われる。本流のダムだけでなく、3S のダムやトンレサップ湖流域の河川のダムについても影響が大きい可能性がある。
- 回遊の阻害に加えて、メコン河のダムの開発に伴う雨季のトンレサップ湖への逆流の減少による氾濫原ハビタットの減少、逆流のタイミングの変化によって漁獲高が影響される可能性がある。
- ダム開発による土砂/栄養塩供給の減少によって、魚類の生息にとって重要なプランクトンなどの量・種類が変化し、漁獲高に影響を与える可能性がある。ただし、メコン本流からの流入だけでなく、トンレサップ湖流域の河川・地下水からの流入負荷についても考慮する必要がある。
- 魚類の乱獲もが主要な問題になっている可能性もあるが、さらに確認が必要である。
- 各要因の影響は魚種によって大きく異なる。回遊性の大きい white fish はダム建設による回遊の阻害で大きな影響をうけることが予想されるが、他の種もハビタットの減少、餌の減少、乱獲などが進む場合は影響を受けることが考えられる。

- 生息域の変化により哺乳類や他の動物相も大きな影響を受ける。特に季節的に湛水していた生息域の変化は重要である。また種によって変化への適応がどの程度可能かが異なる。浸水林を利用していた哺乳類などは大きな影響を受ける
- 影響は複合的であり、現段階では十分な精度の予測は難しい。

漁獲高減少の影響を受ける住民数

漁業は Tonle Sap 地域の住民にとって重要な生計手段であり、トンレサップ湖の漁獲高の減少は住民の生活に大きな影響を与える可能性がある。よって、ここでは漁獲高の減少によって影響を受ける関係者の数と、変化する状況下での住民の生計戦略についての現段階での知見について紹介する。

表 5.2.5 にトンレサップ湖南岸の Kompong Chhnang 州と北岸の Siem Reap 州の 3 つのタイプの世帯の漁業データを示す。漁民は収入のために漁業をしているが、農業が主要な生計手段の世帯でも自家消費のために漁業を行っており、漁民だけでなく多くの住民にとって漁業が重要なことがわかる。

表 5.2.5 世帯タイプ別の漁業データ

Village Type	Average Annual Amount per Household (kg)				
	Total Catch	Consumption	Sold	Processed	Fish Feed
Fishing	8,197	136	7,402	67	592
Fishing cum farming	2,258	172	1,166	30	889
Farming	557	150	347	16	44
Total - Kampong Chhnang	*3,638*	*153*	*2,940*	*38*	*508*
Fishing	2,539	302	1,002	479	757
Fishing cum farming	1,299	178	680	395	45
Farming	290	79	188	10	12
Total - Kandal	*1,444*	*193*	*646*	*306*	*299*
Fishing	15,424	723	11,369	1,884	1,449
Fishing cum farming	5,023	240	4,597	113	73
Farming	255	128	121	4	1
Total - Siem Reap	*6,901*	*364*	*5,362*	*667*	*508*
Overall average	*3,990*	*236 (6%)*	*2,982 (75%)*	*333 (8%)*	*439 (11%)*

出典： Rab et al. (2005)[142]

Hap Navy et al. (2008)[143]は、このデータやセンサスデータをもとにトンレサップ湖周辺の 6 州の漁業に依存する世帯数を 208,560 世帯と推定しており（表 5.2.6）、6 人/世帯として、およそ 1.25 百万人がトンレサップ湖の漁業に依存しているとしている。その後の人口増加を考えると、1.5 百万人程度が何らかの形でトンレサップ湖の漁業に依存していると思われる。

[142] Rab et al., Socioeconomics and Values of Resources in Great Lake-Tonle Sap and Mekong-Bassac Area: Results from a Sample Survey in Kampong Chhnang, Siem Reap and Kandal Provinces, Cambodia, World Fish Center, 2006
[143] Hap Navy et al., Socioeconomics and Livelihood of Tonle Sap Fisheries, Inland Fisheries Research and Development Institute, Phnom Penh, Cambodia, ADB, 24 pp.

表 5.2.6 収入レベル別・州別の漁業に依存している住民の推定値

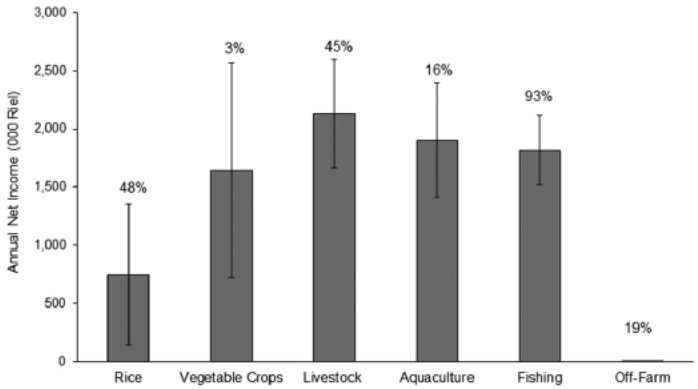
Income level	Kampong Chhnang	Siem Reap	Battambang	Pursat	Kampong Thom	Total
≤1,000	39,742	24,630	32,384	27,309	26,924	150,988
1,001 - 2,000	5,746	8,479	7,196	6,069	5,983	3,3473
2,001 - 5,000	1,915	5,653	4,048	3,414	3,365	18,395
>5,000	479	1,615	1,349	1,138	1,122	5,703
Total	47,882	40,376	44,978	37,929	37,394	208,560

出典：Hap Navy et al., Socioeconomics and Livelihood of Tonle Sap Fisheries, Inland Fisheries Research and Development Institute, Phnom Penh, Cambodia, ADB, 24 pp.

さらに魚はカンボジア人の 60-75%のタンパク源（例、Johnston et al., [144]）となっており、Tonle Sap の魚はプノンペンなどで売られていることを考えると、食糧安全保障の観点からトンレサップ湖の漁業の影響を受ける人口は、2-3 百万人はいる可能性がある。

漁業と生計戦略

上述した通り漁獲高は将来半減する可能性があり、住民の生計に大きな影響を与えることが考えられることから、住民がそのような状況にどのように対応できるか検討することは重要である。この課題を検討した比較的最近の事例としては、Tonle Sap 地域を含むカンボジアの生計戦略について統計分析をした Seng (2019)[145]や、Tonle Sap 地域について生計調査を行った Teh et al. (2017)[146]が挙げられる。Teh et al. (2017)の研究ではトンレサップ湖南岸の Pursat 州の国道とトンレサップ湖の間にある漁業に従事している人口の比較的多い 26 村 181 世帯（漁業主体の世帯、漁業と農業の両方の世帯、農業主体の世帯）へのインタビュー調査を行い、セクターや地域別のネット収入（収益から支出を引いたもの）について調査している。図 5.2.4 にセクター別の世帯ネット収入の分析結果を示す。

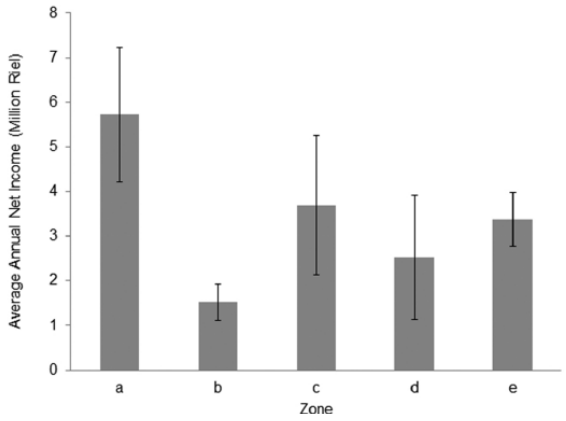


出典：Teh et al., The economic impact of global change on fishing and non-fishing households in the Tonle Sap ecosystem, Pursat, Cambodia, Fisheries Research 210 (2019) 71–80.

図 5.2.4 セクター別の世帯ネット収入

144144 Johnstone, G. et al. (2013). Tonle Sap scoping report. CGIAR Research Program on Aquatic Agricultural Systems. Penang, Malaysia. Project Report: AAS-2013-28.
145 Seng, Ratha, Livelihoods in the changing Tonle Sap : past, present and future, Thesis submitted in fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy at the Université Paul Sabatier-Toulouse III, 2017.
146 Teh et al., The economic impact of global change on fishing and non-fishing households in the Tonle Sap ecosystem, Pursat, Cambodia, Fisheries Research 210 (2019) 71–80.

ネット収入の平均は 3.6 百万リエル（USD 892）/世帯である。多くの世帯は複数のセクターの生計活動に従事しており、漁業には 93%の世帯が従事している一方で、野菜栽培や家畜や養殖・漁業からは平均で USD400/世帯程度の収入があるようである。一方で米作からの収入は USD170/世帯程度と少ないが、これは対象住民が国道の内側の氾濫原/低地の比較的狭い農地しか所有していないことが関係している可能性がある。Off-farm（小売業など）からの収入は USD1.1/世帯程度と少ない。ネット収入を国道からの距離で見ると、国道に一番近い地域が最もネット収入が大きく、国道から 5-7 km の地域が最もネット収入が少ないようである。国道から遠い水上集落の方が貧困度が高いと言われてきたが（例、Johnston et al. , 2013）、水上集落の世帯はネット収入が高い漁業に従事する率が高く、むしろ国道から 5-7 km の地域の方が市場へのアクセス（国道）とネット収入の高い生計手段へのアクセスの両面から不利な状況のようである。



出典：Teh et al., The economic impact of global change on fishing and non-fishing households in the Tonle Sap ecosystem, Pursat, Cambodia, Fisheries Research 210 (2019) 71–80.

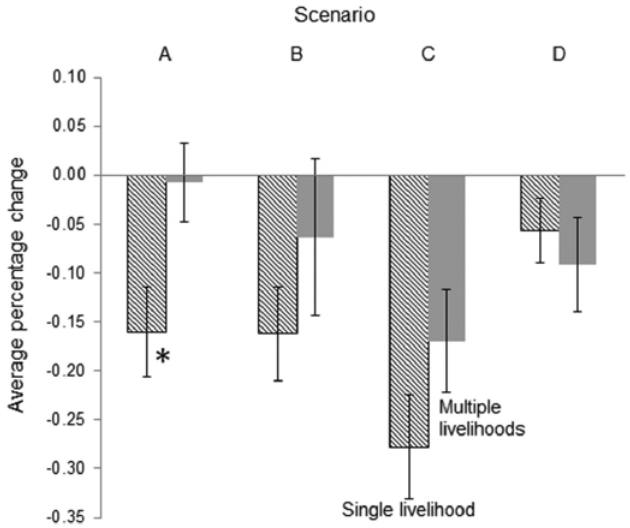
図 5.2.5　地域別世帯ネット収入の分布

本調査では住民に対して以下の 4 つの将来シナリオについてどのように対応するか（各生計手段に関わる時間の使い方をどう変化させるか）インタビューし、その結果に基づいて将来収入を推定している。

シナリオ A：人的および気候変動によるトンレサップ湖の漁獲高の 50%削減
シナリオ B：氾濫原環境の変化による農地の拡大
シナリオ C：都市化によるプノンペンなどでの仕事の増加
シナリオ D：現状のまま

全てのシナリオにおいて回答者は現在の生計手段を維持する指向を示したが、シナリオ C（都市化）ではシナリオの中で最多の全体の 47%の回答者が現在の生計手段を変更・転換すると回答し、シナリオ A（漁獲高減少）やシナリオ D（現状のまま）ではシナリオの中で最小の全体の 25%の回答者が生計手段を変更・転換すると回答した。シナリオ B（農地の拡大）で生計手段を変更・転換すると回答したのは 35%であった。興味深いことにネット収入はこれらの転換によって全てのシナリオで現状よ

り下がるという予測になっている。これは現状では将来期待される Off-farm や農業といった生計手段は、漁業などの生計手段よりネット収入が少ないことに起因する。基本的には不安定な社会的背景のもとでは生計手段を多角化することが望ましいとされるが、現状で相対的にネット収入が多い生計手段（漁業など）を単独の生計手段としている世帯が生計手段を変更することによって、ネット収入が大きく減ることもあり得るという予測になっている。



出典：Teh et al., The economic impact of global change on fishing and non-fishing households in the Tonle Sap ecosystem, Pursat, Cambodia, Fisheries Research 210 (2019) 71–80.

図 5.2.6　将来シナリオ別の住民の生計手段戦略と世帯収入の変化

これらの検討結果は、概ね以下のようにまとめることができる。

- Tonle Sap 地域の住民の多くは収入や自家消費のために漁業に従事しており、漁獲高の減少によって Tonle Sap 地域の社会経済が大きな影響を受けると思われるが、その影響の現れ方は単純ではない。
- 現状では市場へのアクセスの点で有利な国道に近い地域が生計の視点で有利であるが、現在の国道とトンレサップ湖の間の集落の住民の漁業によるネット収入は農業（米作）や Off-farm といった生計手段より大きい可能性があり、必ずしも水上集落などの漁業に大きく依存している世帯の貧困度が最も高いとも言えない。むしろ国道から少し距離があり、しかも漁業や養殖、家畜、野菜などのネット収入が比較的多い生計手段に恵まれない地域の方が貧困度が高い可能性がある。
- 漁獲高が減った場合、漁業に従事してきた住民の多くは生計手段の転換が必要になるが、現在のセクター別ネット収入から考えて将来期待される農業や都市における Off-farm の仕事が必ずしも現在の漁業より恵まれた生計手段とは言えない可能性がある。特に漁業を主体にした生計手段に依存している世帯は、漁業より恵まれた Off-farm の生計手段に従事できないと現状より大幅にネット収入が減る可能性がある。

- 現状では既存のコミュニティーの社会経済状態に関する詳しく信憑性の高い情報が限られている他、将来、様々な生計手段がどの程度の収入をもたらすか、住民が生計手段を転換することがどの程度可能かといったことについて情報が十分ないことから、さらに詳しい調査が必要である。

トンレサップ地域の問題は、ダムの影響だけでなく、気候変動、人口動態、地域経済、農業・工業・商業などの開発計画など様々な要因に影響されており、これらを正しく理解することは簡単でない。また地域の開発に関する意思決定は様々なアクターの異なるセクターに関する限られた情報に基づく課題認識と複雑な政治的力学の上に形成されており、十分な情報や道筋に基づいた意思決定がされているわけでもない。表 5.2.7 に意思決定層の Tonle Sap 地域に関する認識が、ダムの影響や生計に関するシミュレーション、社会経済調査などの情報によってどのように変遷するかを系統立てて追跡した Smajgal et al. (2015)の研究成果を示す。

表 5.2.7　Tonle Sap 地域の課題についての意思決定層の認識の変遷

Workshops 1 & 2	Workshops 3 & 4	Workshop 5
Irrigation increases production & income	Farm consolidation will increase household income	Labor will migrate from agriculture to industry
Integrated mixed agriculture increases farm income	Farm consolidation will reduce household income and increase social conflict	Policies have to account for high diversity of communities in Tonle Sap
Collapsing fish stocks will cause emigration into urban areas	If fish stocks collapse people will emigrate to other countries	Migration potential in Tonle Sap rather low
With population growth comes overfishing	If fish stocks collapse people will take on paid labor in industries	Hydropower reduces fish stocks in the Tonle Sap
Deforestation decreases water levels	Industrialization will accelerate migration	Industry employment in some districts more beneficial than in others

出典：Smajgal et al., Visions, beliefs, and transformation: exploring cross-sector and transboundary dynamics in the wider Mekong region, Ecology and Society 20(2): 15. 2015[147].

[147] Smajgal et al., Visions, beliefs, and transformation: exploring cross-sector and transboundary dynamics in the wider Mekong region, Ecology and Society 20(2): 15. 2015

意思決定層の課題認識は、意思決定層が Tonle Sap 地域内の状況の多様性や、住民の生計手段などについて学習するにつれて、どんどん変わっていくことがわかる。Tonle Sap 地域の持続可能な発展を考える場合は、幅広い社会課題について十分な現状認識をすることは簡単でないこと、そして意思決定はアクターの動的な課題認識や政治的力学関係のうちに行われていくことを理解することが重要である。

5.3 課題分析と必要な対応

表 5.3.1 に Tonle Sap 地域で顕在化している課題とその現状分析結果を示す。Tonle Sap 地域では、ダムによる様々な影響、特に漁獲高の大幅減少が懸念されているが、①様々な魚種の生態に流況（逆流）の変化、回遊の阻害、乱獲などがどの程度寄与しているか、②それらの要因に関してメコン河流域やトンレサップ湖周辺の個々のダムや構造物（特にトンレサップ湖から近い Sambor ダムや 3S 流域、そしてトンレサップ湖に直接流入する支川の開発）、他の要因（例、気候変動、漁業など）がどの程度の影響を及ぼしているか、③季節変動の積極的抑制による農地の拡大、洪水のコントロール、様々な魚種の漁獲高の確保、自然に近い生態系の維持といった目的をどのようにバランスするか、④季節変動・経年変動が大きい中でどこまで人為的介入をするか、⑤誰がコストを負担するか、などが明確になっていないため、具体的な緩和策は検討されていないのが実状である。

また漁獲高の減少に対する対策が必要になると思わるが、影響は単独で発現するものではなく、都市化の進行、国道整備などの地域開発と関連した雇用形態の変化（例、地域への工場進出、サービスセクターの需要増加、観光の組織化、灌漑地域の増加など）、プノンペンや海外への出稼ぎなども含めた人口動態など、が複雑に関連しながら同時に起こっている。このような中で地域行政に対しては漁獲高減少に対する適応策以外にも様々な課題についての社会的要請があり、これらの様々な課題に同時並行的に対応する必要がある。

表 5.3.1 Tonle Sap で顕在化している課題とその現状分析結果

課題	既知の事柄	未知の事項や疑問	あるべき姿と対応を要する事項
氾濫原生態系の変化	● ダムの影響による乾季の最低水位の増加および雨季の最高水位の低下による氾濫原ハビタット（浸水林を含む）の変化が予想されている。 ● ダムに加えて気候変動も氾濫原生態系に影響を及ぼす。 流況の影響に加えて、浸水林の伐採、農地拡大などの影響も問題視されている。	● 流況の変化や土地利用改変によって、氾濫原の生態系がどの程度変化するかについては定量的に把握されていない。 ● 氾濫原のハビタットを利用する魚類などにどの程度の影響があるかわかっていない。	● 氾濫原生態系の影響の範囲や想定される二次的影響（ハビタットの変化による魚種や漁獲高への影響など）について、より詳細に把握する必要がある。 ● 氾濫原の生態系環境をモニタリングしながら順応的に管理する方法を確立することが望まれる。
洪水パルス（逆流）の減衰問題	● Lancang 川のカスケードダムからの放流が逆流量に占める貢献度は非常に小さい。 ● 近年、逆流の開始時期の遅れ、終了時期の早期化が顕著で逆流期間が短縮している。	● 洪水パルスと具体的なダムの挙動（支流域、ダム位置、放流・貯留量等）との相関関係がまだ明確に掴めていない。 ● そのために本川・支川での効果的な緩和策の具体的検討があま	● ダムや貯留施設の運用も加味できる流出解析モデルの開発と精度向上が求められる。 ● 本川・支川ダムの投入や運用ルール、気候変動の要素（降雨量）を様々組み合わせたシ

課題	既知の事柄	未知の事項や疑問	あるべき姿と対応を要する事項
	● この低水現象が状態化（New Normal）する懸念を指摘する研究機関がある。	り進んでいない。	ナリオによる解析結果の比較 ● 3S 流域ダム群の連携運用による効果の見極めが重要
漁獲高の減少	● ダムや他の構造物による回遊の阻害、流況の変化、産卵地域や氾濫原などのハビタットの減少、乱獲、水質悪化などの要因で、漁獲高が 1/3-1/2 程度減少する可能性がある。 ● 漁民や自給持続的な生活をしている住民に大きな影響が予想される。	● 回遊の阻害、回遊のトリガーとなる洪水のタイミングの遅れ、ハビタットの減少、乱獲などの様々な要因が具体的に漁獲高にどのような影響を及ぼしているか明確になっていない。 ● トンレサップ湖流域の河川などの開発が魚の回遊や流況に及ぼす影響が明確でない。 ● 漁獲高の減少が起こる場合、住民がどのように対応し、生計にどのような影響があるか明確でない。	● 漁獲高の決定する要因・メカニズムのより詳細な把握が必要。 ● 漁獲高の減少による住民への影響をコントロールする施策（管理された養殖の普及、近郊都市向けの野菜栽培、エコツーリズム、一時的な補償、その他のセーフティネットの確保など）が必要。
水質変化（富栄養化･農薬汚染･微生物汚染の進展など）	● ダムの影響でメコン河本流から流入する土砂・栄養塩が低下する一方で、トンレサップ湖流域から流入する栄養塩等の増加する可能性があり、これらの複合的な影響で水質が変化する可能性がある。 ● 栄養塩の流入と濁度低下によるアオコなどの異常繁殖や、農薬汚染、下水などの流入による微生物汚染などが進展する可能性がある。	● 栄養塩の動態などが充分把握できておらず、将来水質がどの程度変化するか明確になっていない。	● 基本的には流域から流入する栄養塩、有機汚濁、農薬などの有害物質、微生物などは下水整備、個別処理の推進、産業排水の処理、ノンポイント汚染対策の推進などでコントロールすることが望ましい。
流域の乱開発の進行	● 上記の問題に加えて、国道沿いの無秩序な工業・商業開発、マスツーリズムの推進、無秩序な農業開発、森林伐採などによって、環境に配慮し、持続的で公平な地域開発が阻害される可能性がある。	● より持続的な地域発展の青写真がない。	● 持続可能な地域の将来像を明確にして、開発を誘導していく必要がある。

出典:調査団

第 6 章　メコンデルタの環境社会影響

6.1　背景

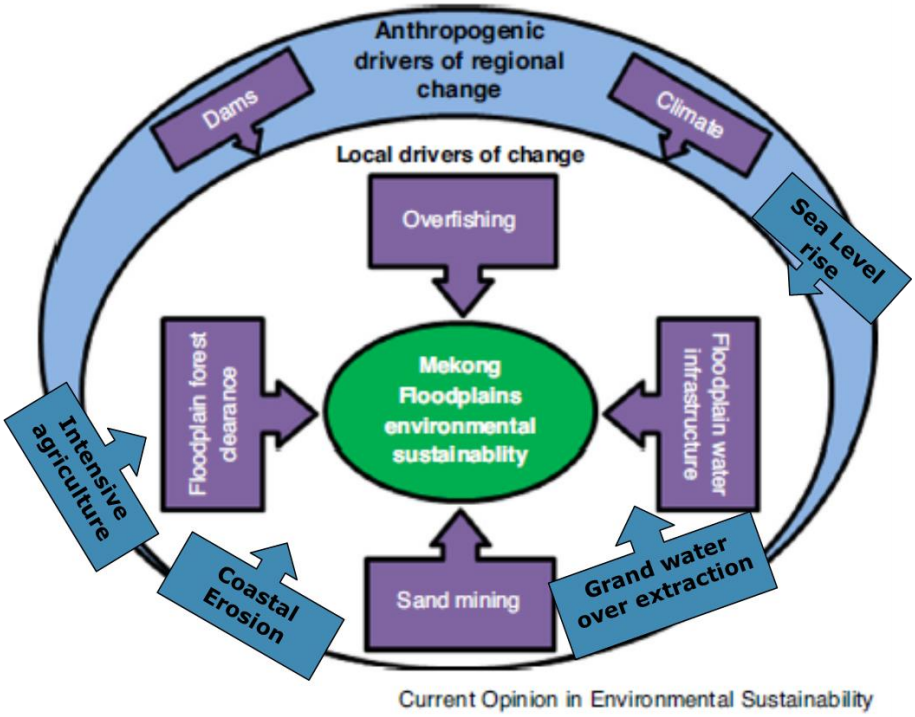
メコンデルタは流域の最下流に位置していることもあり、上流域におけるダムを中心とした水利インフラの開発、土地利用の変化、これらを受けた流況の変化や水資源の質的変化の複合的な影響を受けてきた。また、国内においては、特に 1976 年の南北統一以降、ハード・ソフトの面から農業生産率の向上を中央や地方政府レベルで推進し、国内でも有数の米を中心とした農業の重要地域、いわゆる「rice bowl」として、国内の食の安全保障と食糧輸出による外貨の獲得に貢献してきた。また、1986 年に市場経済への転換を図った所謂、「ドイモイ政策」が導入されたことや、上流部の開発によるメコン河の流況の変化、気候変動等の影響によって、米の単一栽培から果物、野菜及び漁業への転換がはかられてきた。しかしながら、デルタ地域における農業を中心とした産業構造自体は変化しなかったため、急速な経済成長を続けるベトナムの他の地域と比較して GDP への貢献度合いが低い状況にある。

このような経緯を経て、現在のメコンデルタの環境社会はメコン河の流況と政府の政策に基づいて整備されたインフラを使い、その時々の気候変動や世界市場の動向などの外部要因に合わせて、組織的に統制をとることが困難なコミュニティや個人レベルでの行動により影響を絶えず受けている。このような背景から、本調査の主題であるダム建設や運用の影響と、デルタにおいて発生している諸現象の関連性が非常に見えにくくなっている特徴がある。MRC による Mitigation Guideline vol.3 (2020)[148] においても、中国を含む上流域におけるダム建設によるメコンデルタへの影響は予見されるものの、流量の変動についてはトンレサップ湖において調整されるため無視できるレベルにあるとの記述もある。また、緩和策としても上流部ダムの建設による影響よりも域内での活動(地下水揚水、川砂の採掘等)を調整することが有効との分析である。他方で、前章 8.2 にも記載のとおり、上流部におけるダム建設の影響によりメコンデルタで確認される魚種の減少や漁獲高の減少について指摘する研究や報告書も発表されている。

そこで、メコンデルタの環境及び社会に与える内部要因及び外部要因について理解を深めるため Arias ら（2019）が提唱している概念図 （図 6.1.1: Arais らによる図を基に調査団がデルタにおける特徴的な要因を加筆したものを参照）を参考に、複合的な要素によって左右されるデルタにおける環境の持続可能性の評価を試みる。Arias らの分析によると、メコン流域においては特に 2000 年以降、ダム建設の影響評価や持続性の評価にあたって国家レベル及び国際関係の観点より分析や提言が行われてきたが､現地コミュニティや個人レベルの行動による影響は考慮されていないケースが殆どである。しかしながら、実際には前述のとおり個人レベルの行動変化がデルタの環境に非常に大きな、時には不可逆な影響に繋がり、さらに国家レベル及び国際レベルの介入と組み合わさることで、それぞれの負の影響を助長する可能性を秘めている。これは、本調査における分析結果とも合致する考え方であ

[148] Mekong River Commission. (2020). The MRC Hydropower Mitigation Guidelines. Guidelines for hydropower environmental impact mitigation and risk management in the Lower Mekong mainstream and tributaries (vol. 3), Vientiane, MRC Secretariat.

り、これに基づいて本章ではメコンデルタで顕在化している課題と開発の因果関係について検討するとともに、メコンデルタ地域における今後の協力の可能性について検討する。



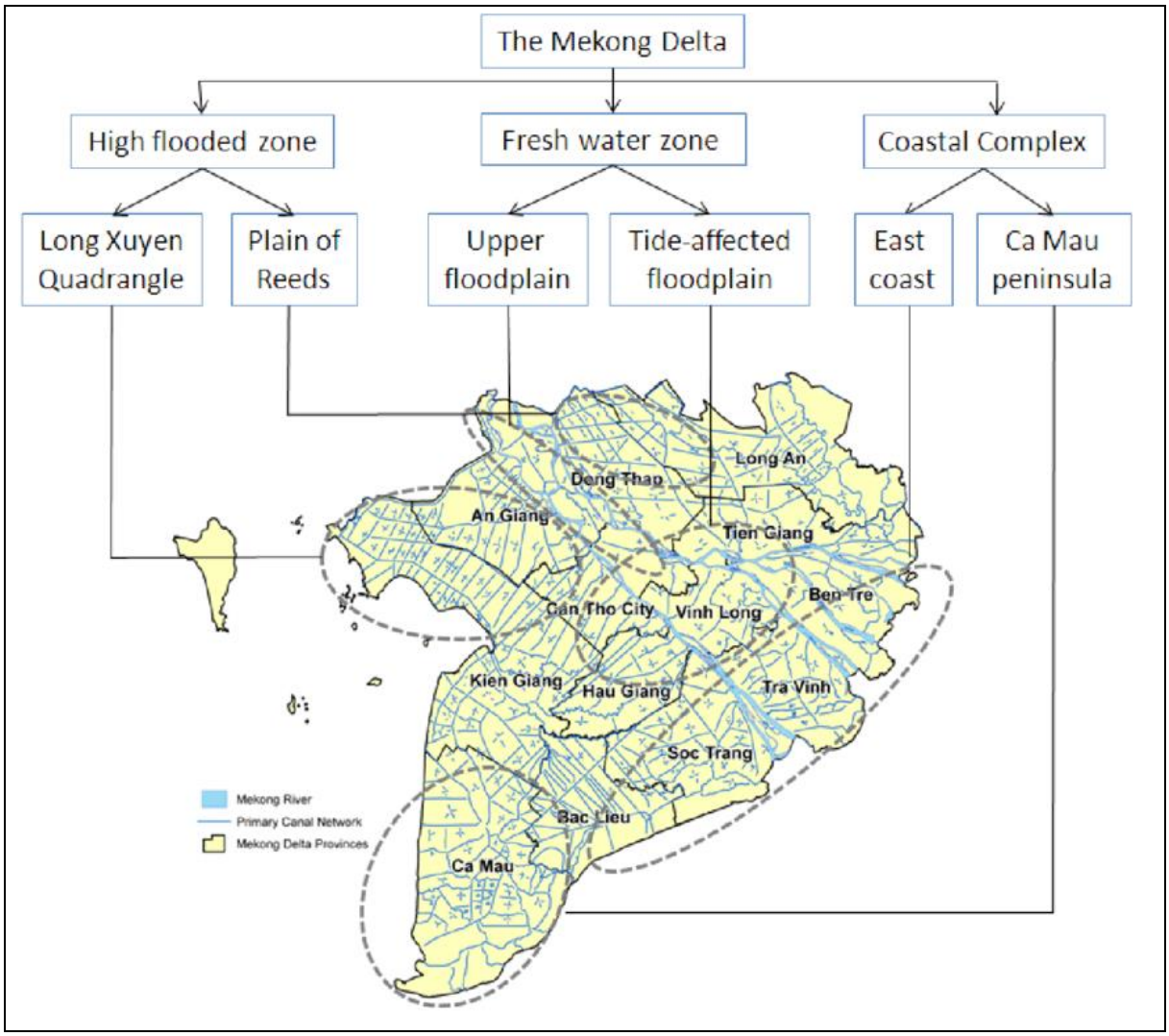
出典：Arias, M. E., Holtgrieve, G. W., Ngor, P. B., Dang, T. D., & Piman, T. (2019). Maintaining perspective of ongoing environmental change in the Mekong floodplains. Current Opinion in Environmental Sustainability, 37(Figure 1), 1–7., に加筆

図 6.1.1　Current Opinion in Environmental Sustainability

6.2　メコンデルタの社会・自然・環境特性

6.2.1　社会環境

メコンデルタは図 6.2.1 に示す通り、ベトナムの最南部に位置する 12 省及びカント一市の 13 自治体よりなる地域である。表 6.2.1 に示す通り、面積は全体の 12%程度を占める。2017 年の人口は全国の約 19%を要し、人口密度は全国平均より高い。2010 年から 17 年にかけての人口増加率は全国平均の 7.7%を大きく下回り 2.8%となっており、他の地域と比較して最低の増加率を示している。また、千人当りの転出者率が一番高く、転入者率が一番低い地域となっている。



出典： Water Engineering, Agricultural Development and Socio-Economic Trends in the Mekong Delta, 2010

図 6.2.1　Mekong Delta の行政区域及び水文特性

表 6.2.1 メコンデルタの人口、人口増加率及び密度

省/地域	面積 (Area:km^2)	人口(千人)		人口増加率(%)	人口密度 (人/km^2)	転入者率 (千人当り)	転出者率 (千人当り)
		2010年	2017年	2010-17年			
Long An	4,494.9	1,442.8	1,496.8	3.7%	333	1.3	4.0
Tien Giang	2,510.6	1,678.0	1,751.8	4.4%	698	3.7	3.5
Ben Tre	2,394.7	1,256.6	1,266.7	0.8%	529	2.5	4.0
Tra Vinh	2,358.3	1,008.0	1,045.6	3.7%	443	2.0	3.1
Vinh Long	1,525.7	1,026.5	1,050.2	2.3%	688	3.9	7.8
Dong Thap	3,383.8	1,669.6	1,690.3	1.2%	500	0.7	7.0
An Giang	3,536.7	2,148.3	2,161.7	0.6%	611	1.3	5.0
Kien Giang	6,348.8	1,698.7	1,792.6	5.5%	282	2.1	10.8
Can Tho	1,439.0	1,197.9	1,272.8	6.3%	885	7.3	2.6
Hau Giang	1,621.7	759.8	774.6	1.9%	478	0.3	8.9
Soc Trang	3,311.9	1,295.6	1,314.3	1.4%	397	0.7	8.3
Bac Lieu	2,669.0	861.0	894.3	3.9%	335	0.4	4.4
Ca Mau	5,221.2	1,208.5	1,226.3	1.5%	235	0.1	9.4
Mekong Delta	40,816.3	17,251.3	17,738.0	2.8%	435	0.6	4.8
Red Rivr Delta	21,259.6	19,851.9	21,342.1	7.5%	1004	1.3	1.3
Northern midlands and mountain areas	95,222.1	11,184.3	12,148.9	8.6%	128	0.7	1.8
North Central and Central coast	95,871.9	18,975.2	19,924.5	5.0%	208	2.4	2.6
Central Highlands	54,508.3	5,204.4	5,778.5	11.0%	106	1.9	2.6
South East(incl HCMC)	23,552.6	14,480.3	16,739.6	15.6%	711	7.9	2.4
全国	331,230.8	86,947.4	93,671.6	7.7%	283	-	-

出典：Statistical Yearbook of Vietnam 2017 を基に調査団作成

次に、全国及びメコンデルタ各省の貧困率を表 6.2.2 に示す。2010 年より全体的に改善傾向にあり、地域としてホーチミン市を含む South East 地域、首都ハノイを含む Red River Delta 地域に次いで 3 番目に低く、全国平均よりやや低い貧困率となっている。

表 6.2.2 メコンデルタ及び各地域における貧困率

省/地域	政府基準による貧困率*				多角的貧困率**	
	2010	2014	2015	2016	2016	2017
Long An	7.5	5.4	5.0	4.2	4.8	4.0
Tien Giang	10.6	7.1	6.3	5.3	5.7	4.7
Ben Tre	15.4	10.2	8.6	7.1	10.1	8.7
Tra Vinh	23.2	13.9	12.0	10.0	13.9	12.0
Vinh Long	9.5	6.3	5.4	4.3	9.3	7.9
Dong Thap	14.4	8.6	7.2	5.8	8.0	6.9
An Giang	9.2	5.0	3.9	2.7	7.6	6.8
Kien Giang	9.3	4.5	3.6	2.7	8.2	7.1
Can Tho	7.2	4.5	3.1	1.7	4.6	3.9
Hau Giang	17.3	12.4	9.9	7.7	10.7	9.4
Soc Trang	22.1	15.6	12.0	8.7	10.2	8.7
Bac Lieu	13.3	9.5	8.4	6.9	13.3	11.5
Ca Mau	12.3	5.7	4.7	4.0	11.9	10.1
Mekong Delta	12.6	7.9	6.5	5.2	8.6	7.4
Red Rivr Delta	8.3	4.0	3.2	2.4	3.1	2.6
Northern midlands and mountain areas	29.4	18.4	16.0	13.8	23.0	21.0
North Central and Central coast	20.4	11.8	9.8	8.0	11.6	10.2
Central Highlands	22.2	13.8	11.3	9.1	18.5	17.1
South East(incl HCMC)	2.3	1.0	0.7	0.6	1.0	0.9
全国	14.2	8.4	7.0	5.8	9.2	7.9

注*) 政府基準による貧困率は月収が消費者物価指数を参照して決定される貧困ラインを下回る人口の割合(2010 年都市部:500 千ドン、村落部：400 千ドン、2016 年都市部：780 千ドン、村落部：630 千ドン)

**) 多角的貧困率は 2016 年の平均月収が都市部:900 千ドン以下若しくは 900-1,300 千ドン、村落部:700 千ドン若しくは 700-1,000 千ドンの範囲で、3 つ以上の社会基礎インフラにアクセスが無い人口の割合として算出

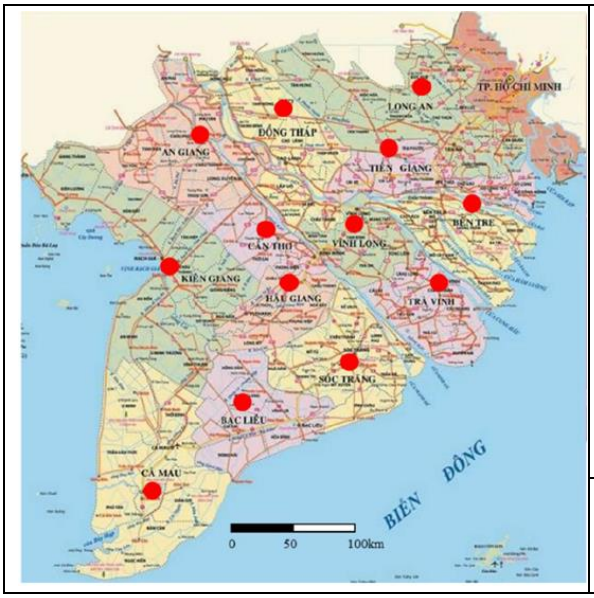
出典：Statistical Yearbook of Vietnam 2017 を基に調査団作成

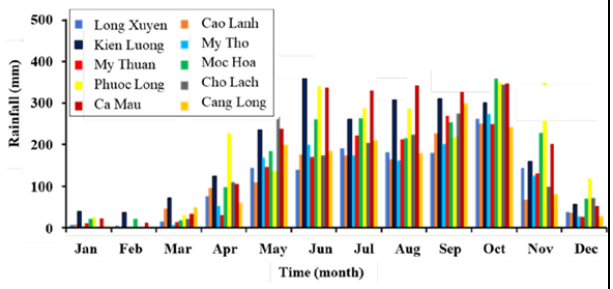
6.2.2 自然環境

(1) 水文・水理特性

メコン河本川はプノンペンの南側で支流の Pasak 川が分岐し、An Giang 省の Tan Chau 県と Dong Thap 省の境に流入し、Pasak 川は An Giang 省の An Phu 県に流入する。本川及び支川は 50km 程下流の VamNao 県で合流するがその後はデルタ内で分岐していき、河口へ到達する。ベトナム領土のメコンデルタは海抜 0-4m の氾濫原であり、デルタ地帯の約 74%、39,700km^2 を占める。およそ 1 万年前より沖積堆積物により形成された、比較的新しい地層である。

メコンデルタ内の雨量観測所及び月平均雨量を図 6.2.2 に示す。メコンデルタにおける平均降雨量は1500~2000mm/yr程度であり、メコンデルタにおける河川流量は上流国の影響を大きく受けている。

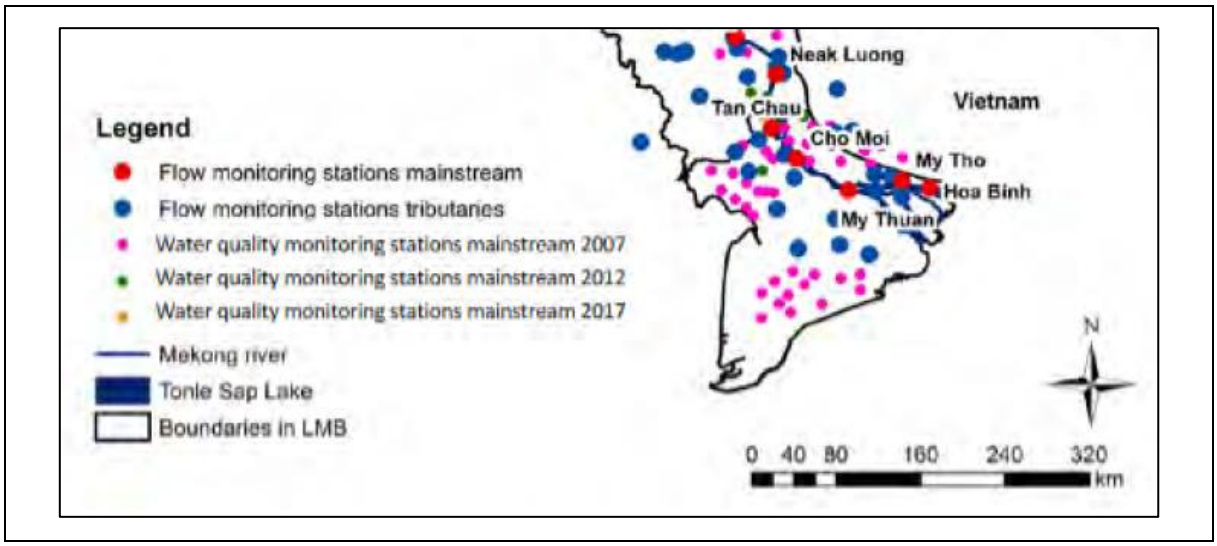




出典：Extreme rainfall trends over the Mekong Delta under the impacts of climate change, Seung Kyu LEE, Ton Duc Thang University,2020

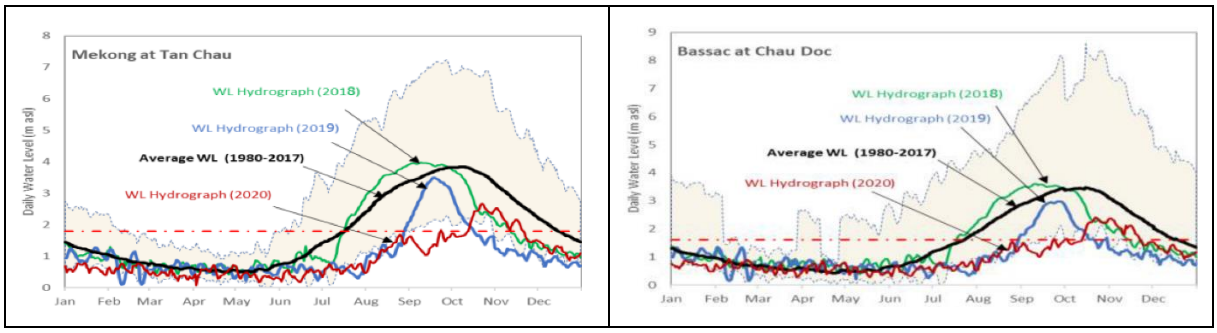
図 6.2.2 メコンデルタの雨量観測所位置図（左）と月平均雨量（1984-2015）（右）

メコンデルタにおける流量観測所位置及び本川の Tan Chau 地点及び支流パサック川 Chau Doc 地点の観測流量を図 6.2.3 に示した。Key Station として位置つけられている同 2 地点は、1980 年から今に至るまで継続的にモニタリングがなされている。近年は渇水現象が度々問題視されており、図 6.2.4 に示しているように 2020 年の乾季流量はこれまで記録された流量のなかでも著しく少なかった。原因分析につき、MRC や Stimson Centre、Eyes on Earth などが報告をしているが、それぞれ見解で主張が分かれている。詳細については、第 4 章の記載の通りである。



出典：Annual Mekong Flood Report 2018 , MRC より、メコンデルタ部分を抜粋

図 6.2.3　メコンデルタにおける流量及び水質観測所の位置図



出典：Hydrological Conditions in the Lower Mekong River Basin in July-December 2020 (2021), MRC より Figure 3. The 2018, 2019 and 2020 daily water level hydrographs observed at selected key sites on the Mekong mainstream including the Tonle Sap compared to long-term averages.

図 6.2.4　Tan Chau 観測所及び Chau Doc 地点の近年の流況

(2)　人工水路

メコンデルタにおける自然環境は、本川分流の流量をはじめとして域内での降雨、水利用状況に加え、更にデルタ内の総延長 50,000km 以上にも及ぶ小規模の人工水路とその利用用途によっても大きな影響を受ける。メコンデルタはプノンペンでメコン河とバサック川に分岐した後に、ベトナム“Nine Dragons : *Cuu Long*”と呼ばれる計 9 本の分流となって南シナ海へと注ぐ。18 世紀末にはこれら 9 本の分流沿いに堤防が建設され、20 世紀前半頃には 1 次・2 次水路がそれらを埋めるように建設されてきた。MRC(2005)[149]に 1975 年以降には、米の増産を目的として更なる整備が進められ、1990 年代にはメコンデルタの 85%が農地へと転換され、当時のベトナムの人口の 7 割の食料を生産するまでとなり、水路は主に灌漑用水路及び運河として利用されている。

高密度に開墾されたデルタは、洪水や渇水に対する脆弱性を呈しており、2000 年の洪水においては図 6.2.5 に示す通り非常に広範囲のエリアが浸水の被害に遭っている。他方で、定期的な浸水は上流

[149] MRC (2005) Overview of the hydrology of the Mekong Basin. Mekong River Commission, Vientiane

域から栄養塩に豊富な沖積堆積物をデルタにもたらし、集約的な農業を可能にする上で重要な役割を果たしている。

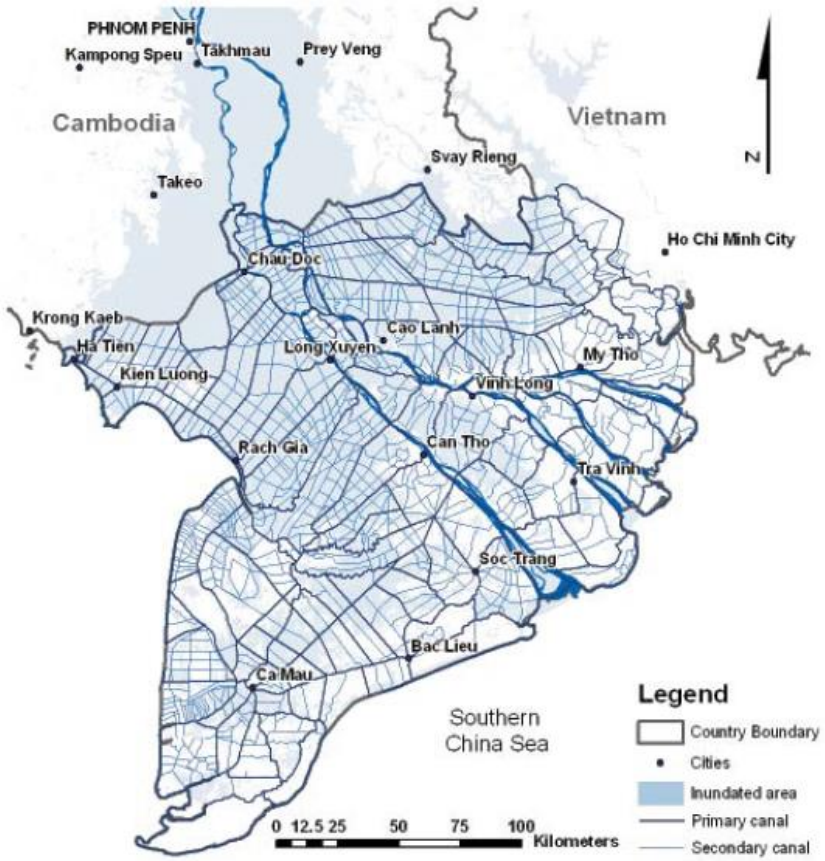


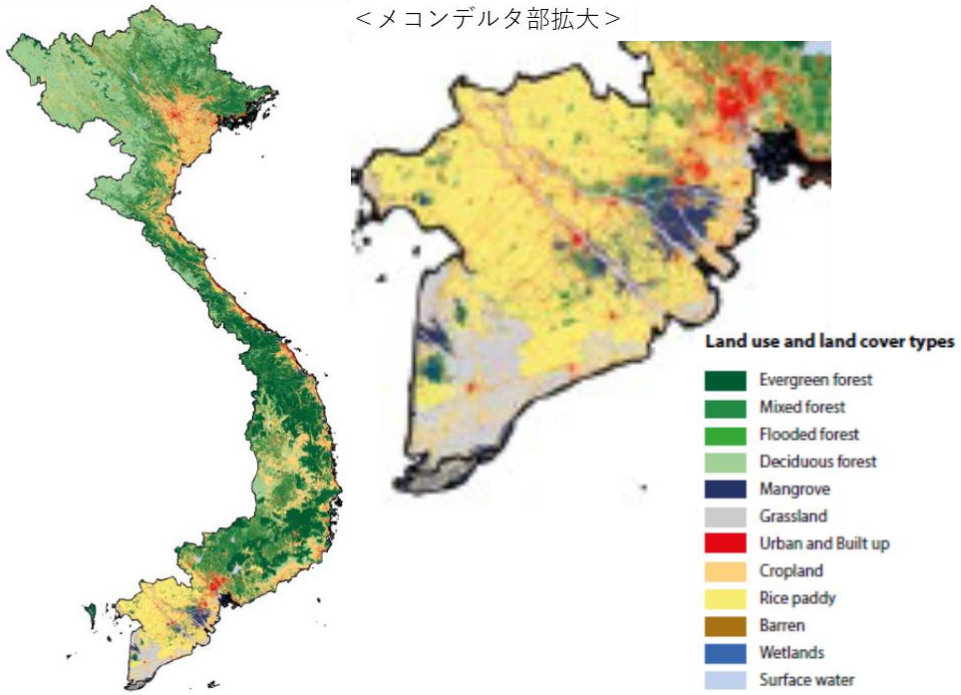
Figure 6.5 Map of the Mekong Delta in Vietnam indicating the density and extent of the excavated canal system (inundated area shows the flood of 2000)

出典：MRC (2005) Overview of the hydrology of the Mekong Basin. p54

図 6.2.5　メコンデルタにおける水路の分布と 2000 年の洪水による浸水エリア

(3)　メコンデルタにおける土地利用

ベトナムにおける土地利用及び土地被覆は農業用地(約 42%:2015 年時点、以下同様)、森林(55%)、漁業用地(3%)、及びその他に分類される。それぞれの分布状況は図 6.2.6 に示すとおりであり、北部ではハノイを、南部はホーチミン市等の都市とその周辺に農業用地が広がり、内陸部の丘陵・山間部に向けて常葉樹林、針葉樹林若しくは混合林が分布している。メコンデルタにおいては稲作用地の割合が高く、続いて草原、マングローブ林、混合林が分布している。



出典：Ingalls, M.L et al, (2018) State of Land in the Mekong Region

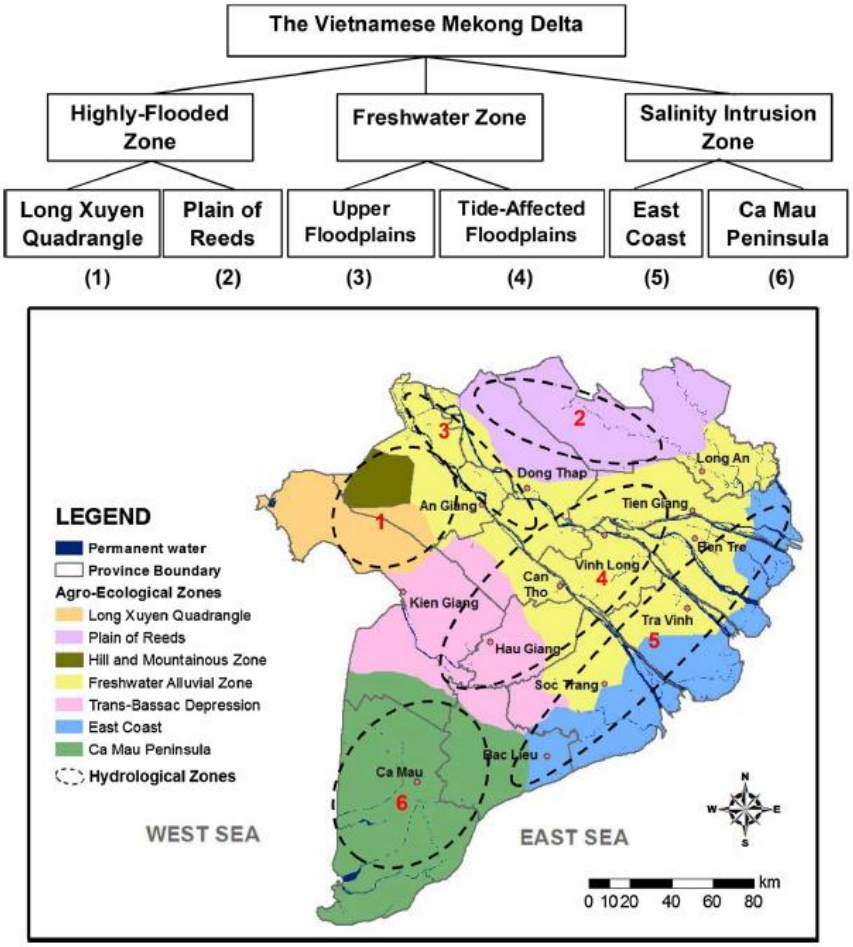
図 6.2.6　ベトナム及びメコンデルタにおける土地利用分布(2014 年時点)

近年の土地利用の変化として、全国的には 2010 年から 2014 年の間に稲作用地は増加しているが、ベンチェ省、チャビン省等のメコンデルタ地域においては減少傾向にあり、これらは住宅用地あるいは産業用地へ、若しくは稲作以外の作物用地へと転用されたものと推測される。

(4)　土地利用のゾーニング

現在のメコンデルタの土地利用パターンは元来のメコン河の流況や降水量、土壌特性に加え、1990 年代以降に建設と修復が繰り返し行われてきた堤防、灌漑水路、塩水遡上対策に資する構造物と政府の土地利用政策、気候変動や世界市場の状況に合わせた土地利用の変化等、複数の要素が作用してきた結果である。土地利用の分類は様々な研究者により衛星画像による分類、生態系による分類等、多様な区分が行われているが、ここでは一例として Le, T. N. ら(2018)[150]によるものを取り上げる。Le, T.N らは、図 6.2.7 に示したとおりカンボジア国境付近の河川洪水の影響を受けやすい地域、通年で淡水が得られる地域、乾季における塩水遡上が観察される地域を、更にその土壌タイプ別に分類し、計 6 ゾーンにデルタを分割している。なお、本ゾーニング案についてはベトナム政府内でも異なる見解がある[151]ため、先方政府との議論の際には注意が必要である。

[150] Le, T. N., Bregt, A. K., van Halsema, G. E., Hellegers, P. J. G. J., & Nguyen, L. D. (2018). Interplay between land-use dynamics and changes in hydrological regime in the Vietnamese Mekong Delta. Land Use Policy, 73(June 2016), 269–280.
[151] 2021 年 10 月 27 日実施の Mekong Delta Working Group における発言による。



出典：Le, T. N., Bregt, A. K., van Halsema, G. E., Hellegers, P. J. G. J., & Nguyen, L. D. (2018). Interplay between land-use dynamics and changes in hydrological regime in the Vietnamese Mekong Delta. Land Use Policy, 73(June 2016), 269–280.

図 6.2.7　農業・生態系及び水理特性に基づいたメコンデルタのゾーニング

(5)　生態系及び保護区の状況

メコンデルタは主に米を中心とした農業を営むために、19 世紀前半より開拓されており、現存する固有の生物相は限定的である。しかしながら、Cambpbell (2012)[152]によると部分的ではあるものの貴重な生物相が記録されている。哺乳類では保全上重要な哺乳類は、Hairy-nosed Otter と Dugong の 2 種のみではあるが、保護対象の鳥類は少なくとも 37 種、魚類は 470 種が記録されており、そのうち 28 種はメコン流域の固有種、4 種はデルタにおいてのみ生息が確認されている。また、植生もデルタ固有のいくつかの植生帯を形成していたものと推測されるが、そのほとんどが農地に変換され、ごく一部が点在しているのみである。更に、水生無脊椎動物相は運河の整備や堤防の建築などによって生息域に大きな影響を受けており、特に主要水路の沿岸動物相のうち残存している種はごくわずかである。

メコンデルタにおける国立公園や保護区は非常に限定的であり、全体の面積の 5%に満たないものの、生物多様性の維持に非常に重要な役割を果たしている。表 6.2.3 及び図 6.2.8 に示す通り、ラムサ

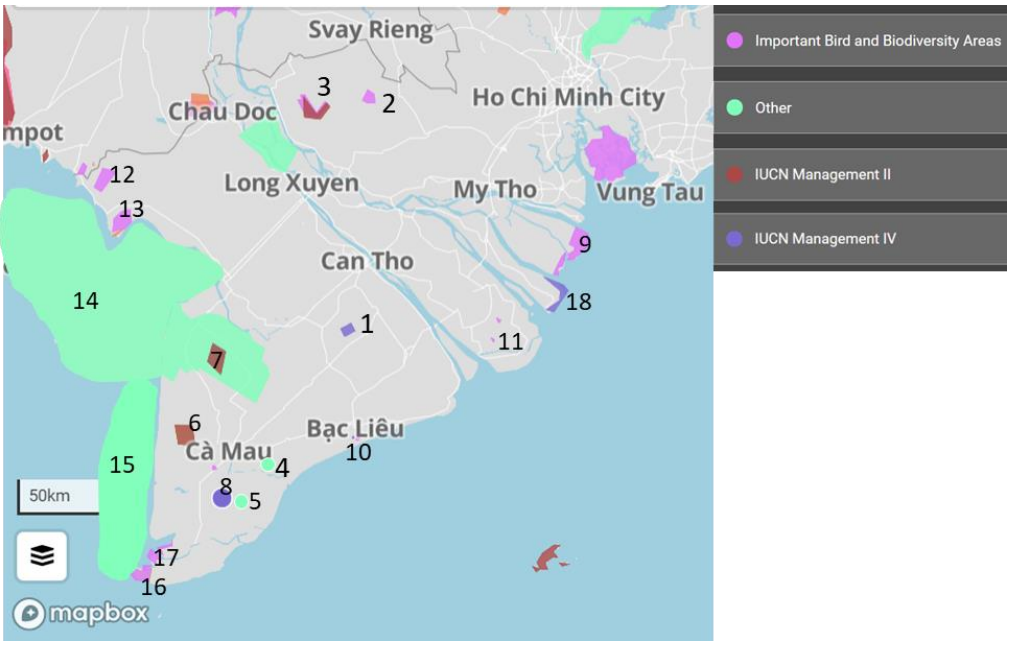
[152] Cambpbell (2012). Biodiversity of the Mekong Delta. In F.G. Renaud and C. Kuenzer (eds.), *The Mekong Delta System: Interdisciplinary Analyses of a River Delta*. (pp.293-313). Springer Environmental Science and Engineering.

ール湿地、IUCN による国立公園、種と生息地管理地域の他、及び Key Biodiversity Areas(KBA)としての指定地区が点在している。

表 6.2.3　メコンデルタにおける保護区及び生物多様性の保全に資する地区

No.	名前	IUCN カテゴリ注)	保護指定/管理の種類	面積(km²)	指定年
陸域					
1	Lung Ngoc Hoang	IV	National	28.05	2002
2	Lang Sen Wetland Reserve	N.A	Ramsar Site	48.02	2015
3	Tram Chim National Park	N.A	Ramsar Site	75.88	2012
4	Ap Canh Dien	N.A	省人民委員会	1.28	2014
5	Dam Doi Bird Sanctuary	N.A	省人民委員会	1.28	2014
6	U Minh Ha National Park	II	省人民委員会	85.28	2006
7	U Minh Thuong National Park	II	Ramsar Site	80.38	2015
8	Cha La Bird Sanctuary	IV	National	0.14	1999
9	Binh Dai	N.A	Regional KBA	98.82	2012
10	Bac Lieu Bird Sanctuary	IV	省人民委員会	1.26	1997
11	Chua Hang	N.A	Regional KBA	4.81	2012
12	Ha Tien	N.A	Regional KBA	70.32	2002
13	Kien Luong	N.A	Regional KBA	75.36	2002
海域					
14	Kien Giang UNESCO-MAB Reserve	N.A	International	11,881.04	2006
15	Mui Ca Mau UNESCO-MAB Reserve	N.A	International	3,108.68	2000
16	Mui Ca Mau National Park	N.A	Ramsar Site	418.62	2013
17	Mui Ca Mau	N.A	省人民委員会	152.62	2002
18	Thanh Phu Nature Reserve	IV	省人民委員会	25.84	1998

注)　IUCN カテゴリ II 国立公園：生態系の保護とレクリエーションを主目的として管理される地域
IUCN カテゴリ IV 種と生息地管理地域：管理を加えることによる保全を主目的として管理される地域
出典：UNEP-WCMC (2021). Protected Area Profile for Viet Nam from the World Database of Protected Areas, July 2021. (https://www.protectedplanet.net/), Key Biodiversity Areas Partnership (2020). (http://www.keybiodiversityareas.org/) に基づき調査団作成



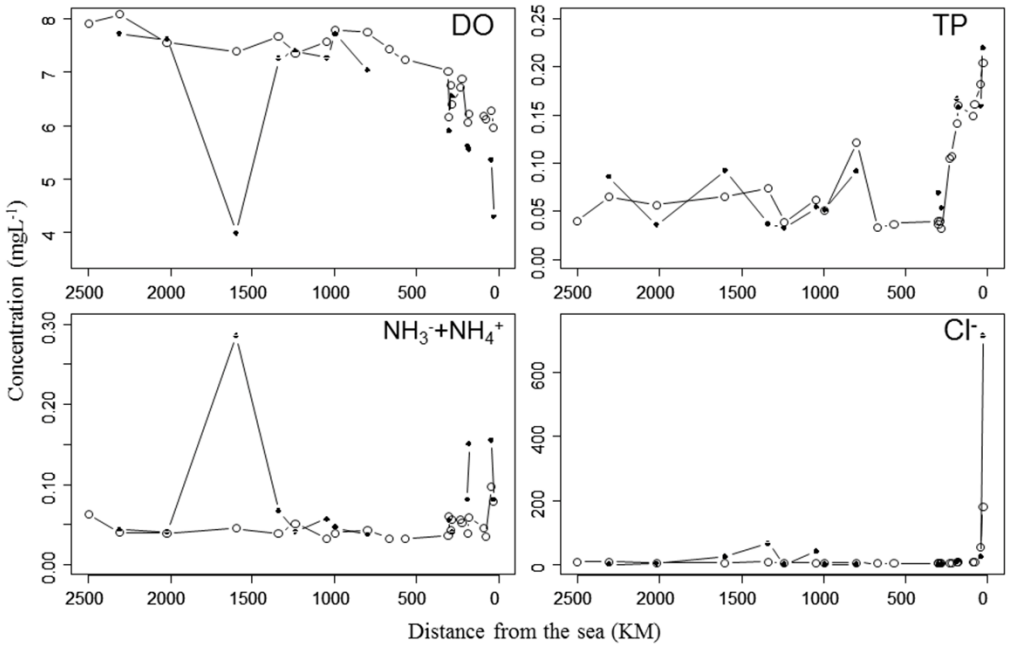
出典：https://www.ibat-alliance.org/visual-data-map を基に調査団作成

図 6.2.8　メコンデルタにおける保護区及び IUCN による保護地域の指定状況

(6) 水質

メコンデルタにおける水質は雨季の間のピーク流量・期間と乾季のタイミングによって影響を受ける塩水遡上の状況、更に前述のとおり、デルタ内の総延長 50,000km 以上にも及ぶ小規模の人工水路とその利用用途により左右される。加えて、渇水の期間や程度もデルタにおける水質に大きな影響を与える要素の一つである。デルタの約 40%は酸性硫酸塩土壌でおおわれており、通常の乾季であれば特に大きな問題となる事はない。しかしながら、渇水期が長く続く場合には、地下水位が下がり、硫化物が酸化されて硫酸となり穀物や植生に対して有害な低 pH 値で強い酸性を呈す土壌及び水質環境を作りだすことになる。このような影響を受けた土壌は数年、あるいは数十年間不毛の地となる。更に、雨季の初めの降雨によりこれらの酸性土壌が洗い流され水路に流出した場合、水生生物をはじめとする生態系にとって有害である上、魚類の疫病の発生や人工構造物の劣化を早める等の影響が考えられる。

また、これらに加えてデルタ内における都市排水や農業や漁業に使用される農薬、肥料、飼料等の種類や投入量にも大きく影響される。Chea ら(2016)[153]によると、図 6.2.9 に示す通りメコン下流域においてメコンデルタは人為的な汚染が深刻な地域の一つであり、上流地点における水質と比較して DO が顕著に減少し総リン、アンモニアが増加するという結果となっている。



出典：Chea ら(2016)

図 6.2.9 メコン下流域における主要な水質成分の分析結果

更に、G.-J. Wilbers ら(2014)[154]の研究によると 2 次水路の水質は分流や 1 次水路と比較して悪化して

[153] Chea, R., Grenouillet, G., & Lek, S. (2016). Evidence of water quality degradation in lower mekong basin revealed by self-organizing map. PLoS ONE, 11(1), 1–19. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0145527

[154] Wilbers, G. J., Becker, M., Nga, L. T., Sebesvari, Z., & Renaud, F. G. (2014). Spatial and temporal variability of surface water pollution in the Mekong Delta, Vietnam. Science of the Total Environment, 485–486(1), 653–665.

おり、特に養殖場、工場、及び大きな集落の付近においては高濃度のリン酸(o-PO4: 1.2-1.4 mg/L)、アンモニウム(NH4: 2.0 mg/L 以上)が検出されている。但し、メコンデルタ内ではアオコの発生は観察されておらず、これは濁度が高い事によって太陽光が遮断されるためと考えられる。また、アンモニウム濃度は稲作用地付近で高い傾向を示す一方で、果樹園付近においては濃度が低く(NH4: 0.5 mg/L 以下) なる傾向がある。

6.2.3 セクター毎の水資源利用状況

(1) メコンデルタにおける水資源管理と組織制度

1) 水資源管理の体制

メコンデルタにおける水資源管理の基本的体制は、複数の省にまたがる水路などの施設や大規模な堰などの施設については農業地方開発省（Ministry of Agriculture and Rural Development: MARD） が計画策定・施工・維持管理を行い、省内で収まる水路などの施設は省の農業地方開発局(Department of Agriculture and Rural Development: DARD)が計画策定・施工・維持管理を行っている。実際の維持管理業務については、灌漑排水管理公社が MARD や DARD から委託を受けて実施している。また、1995 年までは水資源省が水資源管理を担当していたが、その役割が MARD(DARD)と天然資源環境省(Ministry of Natural Resource and Environment: MONRE)、同地方局(Department of Natural Resources and Environment: DONRE)に分担されたことや、気候変動対応は MONRE/DONRE が担当する。これに加え、南部地域の水文データを収集分析、計画する機関としては Southern Institute of Water Resource Research (SIWRR)、Southern Institute of Water Resource Planning(SIWRP)があり、中央及び地方政府にデータを提供している。なお、ODA によるプロジェクトの実施はどのような分野であっても計画投資省(Ministry of Planning and Investment: MPI) と財務省(Ministry of Finance: MOF)を通して資金計画等が決定、承認されることとなる。

緊急時の洪水対応については、The Central Steering Committee for Flood and Storm Control (CSCFSC)が管轄している。The National Committee for Search and Rescue (NCASR)は全国警報システムの管理を行っており、自然災害の犠牲者救出等の対応を担っている。The Department for Dyke Management, Flood Control, and Storm Preparedness (DDMFCSP)は堤防管理、洪水制御等を管轄している。

2) 水資源マスタープラン

メコンデルタ地域では、1990 年に最初の水資源マスタープランが策定された後、2002 年から 2005 年にかけ更新作業がなされ、2006 年に政府に承認された（84/2006/QĐ-TTg）メコンデルタ地域統合水資源計画（Integrated Water Resources Planning for the Mekong Delta）が現在利用されている水資源マスタープランとなり、社会経済動向、土地利用計画、農業・産業開発計画、水利施設計画などが含まれている。

3) 水利インフラ整備基本法

全国の水利インフラ整備基本法(The Law on Hydraulic work)の改定が 2017 年の国会において承認さ

れており(No.08/2017QH14)、2018 年 7 月に発効となった。この法律ではダム、貯水池、水門、堤防、灌漑施設等の、あらゆる水資源利用に関する施設の計画に関する基本方針が定められており、MARD がベースライン調査と 10 年ごとの計画の見直し、30 年先を見越した整備計画の策定及び施設整備と運用の責任を負うことが定められている。また、各行政レベルにおける水利権の管理は MONRE 及び DONRE が行う事となっている。なお、本基本法が規定している目標年次設定には後述のメコンデルタプラン等によって提唱されている 50 年～100 年先の目標の設定とは差異が生じており、次回以降の改定において全国の基本法の目標年次についても見直しが行われる予定との事であった[155]。

(2) 水利用の実態

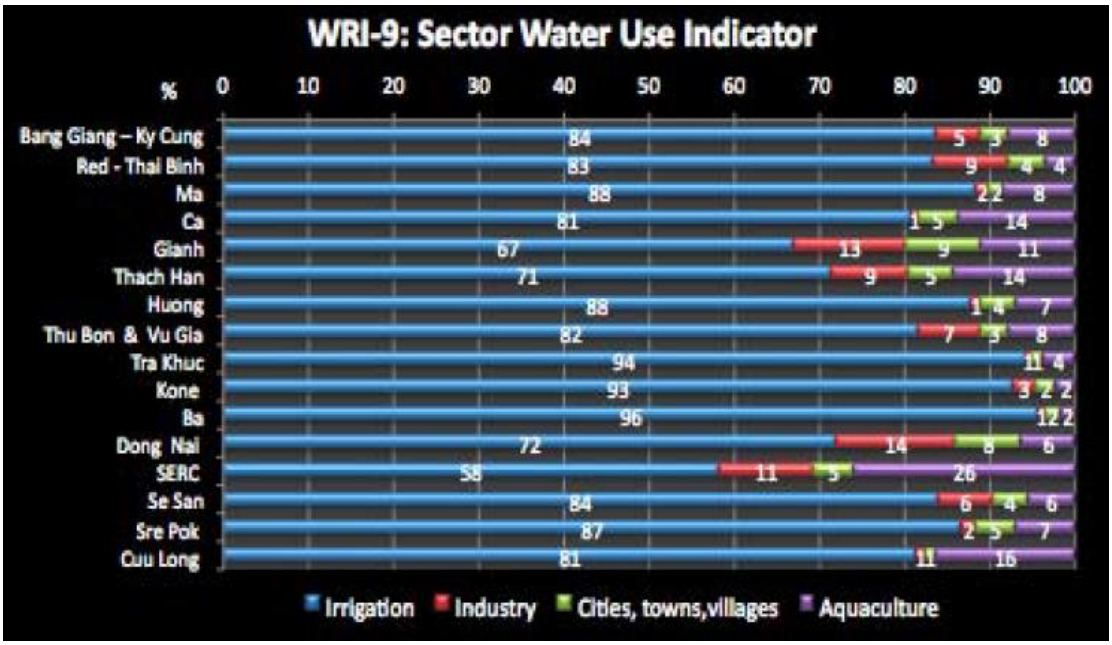
ベトナムにおける水資源の利用状況について、少し古いものとなるが全国的な調査を 2009 年に ADB が Water Sector Review[156]を実施しており、その調査結果概要を以下に整理する。

平均的な年間あたりのベトナムの総水資源量は 830bil m^3/year であり、メコンデルタの総流量はそのうち 57%(470 bil m^3/year)を占めている。同報告書によると、メコンデルタ地域における平均的な水需要は 2,100 m^3/year/capita、雨季及び乾季における水資源量は 27,670 m^3/capita 及び 6,300m^3/capita と算定され、乾季における水ストレスは約 33%となり、OECD 等が提唱する低水ストレスの閾値 20%を上回っている。上流流域におけるダムの建設及び運用により、一般的には乾季流量の増加が見込まれるため、乾季の水ストレスは緩和されることが推測されるが、SIWRR への聞取り[157]によると 2002 年以降乾季の流量も減少しており、飲料水も不足するほどとの事である。

国全体でみると、約 82%の表流水が灌漑用水として利用されており、次いで 11%が漁業、5%が産業、3%が都市給水である。メコンデルタ地域においては、灌漑:81%、漁業 16%、産業 1%、及び都市給水 1%が各セクターの水利用実態であり、全国平均に近いセクター毎の割合となっている。また、同レポートによると、ベトナムはほとんどの水源を国際河川に依存しており、全国的には 60%以上が国外の集水域によるものとの記載がある。メコンデルタにおいては、およそ 95%以上の集水域が国外に位置している。更にその 2005 年におけるベトナムの GDP 寄与率は Red-Thai Binh 流域が 25%、Dong Nai 流域の 28%、メコンデルタが 17%である。

なお、メコンデルタにおける地下水賦存量は 84 m^3/year/capita との推定結果も示されており、これは全国平均 795 m^3/year/capita と比較して非常に限定的であることが分かる。

[155] 2019 年 1 月実施の MARD への聞取りによる。
[156] https://www.adb.org/sites/default/files/project-document/65077/40621-vie-tacr.pdf,
[157] 2021 年 7 月 9 日 Teams にて実施



出典：ADB Water Sector Review (2009)

図 6.2.10　ベトナム国内各流域のセクター毎の水資源配分

(3)　農業

The Council Study の Report on the Positive and Negative Impacts of Irrigation on the Social, Environment, and Economic Conditions of the Lower Mekong River Basin and Policy Recommendations[158]によれば、LMB における総開発灌漑面積は 4~5million ha とされ、中でもベトナム国の農作地面積は Se san 上流流域及び Sre Pok 流域を合わせた中央高原及びメコンデルタを合わせて、LMB 全体の 68%を占めていると推定されている。今後の農作地面積は、DFS シナリオ[159]では、2020 年時点で 2.38 million ha まで開発が進む一方、PDS シナリオ[160]では 2040 年時点で都市化の影響で 2.32 million ha と僅かに減少する予測がなされている。メコンデルタでは 1.9 百万 ha 以上が開発され、年間の総水需要は 16.8 Billion m^3/yr と推定されている。

なお、メコンデルタ沿岸の各省における農業開発分野における課題については 2014 年の JICA 調査[161]にて報告された内容を表 6.2.4 に示した。

[158] The Council Study “Report on the Positive and Negative Impacts of Irrigation on the Social, Environment, and Economic Conditions of the Lower Mekong River Basin and Policy Recommendations”, 2018
[159] DFS シナリオ：Definite Future Scenario 2020
[160] PDF シナリオ：Planned Development Schenario 2040
[161] メコンデルタ沿岸地域における持続的農業農村開発のための気候変動適応対策プロジェクト詳細計画策定調査, JICA, 2014

表 6.2.4　2014 年調査時に取りまとめられたメコンデルタ地域の農業農村野における課題

地域	省	過去に対応された課題	現状の課題	気候変動・海面上昇による将来的な課題
上中流部	Can Tho 省、Hau Giang 省	● 塩水遡上（堤防と水門整備） 洪水による浸水被害（堤防と水門整備）（世銀支援）	● 河岸浸食による道路・橋梁の崩壊	● 塩水遡上により既存取水施設では取水しにくくなる
	An Giang 省	● 洪水による浸水被害（輪中堤と水門・堰の整備）（ベトナム政府予算とオーストラリア支援）	● 河岸浸食による道路の崩壊 ● 洪水による浸水被害（輪中堤の完成に減少）→三期作の普及	● 三期作の普及と洪水規模増大による浸水被害リスク増大
西側海岸	Kien Giang 省	● 洪水による浸水被害（輪中堤と水門・堰の整備）（ベトナム政府予算）	● 西側海岸からの塩水遡上（輪中堤完成により洪水による塩水排除効果減少が原因か） ● 海岸浸食（酸性硫酸塩土壌などによる汚濁水の海域への流出によるマングローブ林破壊が原因か） ● 淡水不足（カイロン川の南側はメコン河からの送水不能）→天水→コメ一期作	● 海岸浸食とマングローブ林破壊の進行 ● 乾季の長期化による淡水不足増大 ● 洪水規模増大による浸水被害リスク増大
半島天水地区	Ca Mau 省	● 淡水不足に対応したエビ養殖の導入 ● 淡水不足に対応してハウ川から導水したが不調	● 淡水不足（カイロン川の南側はメコン河からの送水不能）→天水→コメ一期作 ● 稲作とエビ養殖の軋轢（コメ一期作からエビ養殖への転換進行） ● 高潮による浸水被害（西側海岸に海岸堤防計画中。東側海岸はマングローブ林による緩衝地帯のみ） ● 西側海岸の海岸浸食とマングローブ林破壊 ● 河川堤防未整備	● 乾季の長期化による淡水不足増大 ● 降雨の集中豪雨化による浸水被害増大 ● 高潮浸水被害の発生リスク増大に伴うエビ養殖・稲作損害リスク増大
東側海岸	Bac Lieu 省	● 淡水不足に対応した上流のハウザン省からの取水配水系統の整備 ● 淡水不足に対応したエビ養殖の導入と雨季のみの稲作 ● 海岸堤防整備	● 稲作とエビ養殖のあつれき ● 海岸浸食 ● マングローブ林破壊	● 塩水遡上により既存取水施設では取水しにくくなり、淡水不足が増大 ● 乾季の長期化による天水稲作の淡水不足増大 ● 高潮浸水被害の発生リスク増大に伴うエビ養殖・稲作損害リスク増大
	Soc Trang 省	● 塩水遡上に対応した上流のハウザン省からの取水配水系統の整備 ● 淡水不足に対応したエビ養殖、サトウキビ・果樹栽培の導入	● 塩水遡上（堤防は整備されたが水門が未整備） ● 淡水不足（特に中州） ● 海岸浸食とマングローブ林破壊（ドイツ GIZ が支援中） ● 地下水位の低下と塩水化（水産物養殖のための地下水汲み上げ） ● 堤防・水門システムの未整備による浸水被害（特に中州）	● 塩水遡上により既存取水施設では取水しにくくなり、淡水不足が増大 ● 浸水被害の発生リスク増大
メコン河口(中州)	Tra Vinh 省	● 塩水遡上（世銀 Nam Man Thit Project による堤防と水門、運用指導によって改善） ● 輪中堤の外でのエビ養殖	● 高潮による浸水被害 ● 乾季の塩水遡上と水不足 ● 大規模な海岸浸食（Tien 川河口付近）	● 塩水遡上により既存取水施設では取水しにくくなり、淡水不足が増大 ● 海面上昇に伴う海岸浸食の更なる進行
	Ben Tre 省	● 塩水遡上（水路下流に Balai 堰を築造したが、上流側の水路より塩水浸入）	● 塩水遡上（輪中堤と 3 カ所の水門を計画中） ● 高潮による浸水被害（輪中堤と 3 カ所の水門を計画中） ● 淡水不足（雨水のカメ等での貯留と地下水利用）	● 塩水遡上により既存取水施設では取水しにくくなり、淡水不足が増大

出典：メコンデルタ沿岸地域における持続的農業農村開発のための気候変動適応対策プロジェクト詳細計画策定調査, JICA, 2014

6.3 開発によるインパクト

6.3.1 メコンデルタの流況・洪水

(1) 流況の変化

MRC Council Study Modelling Report[162]では 3.4 節で前述したとおり、3 つのメインシナリオ(M1~M3)を設定し、メコン河流域の水文・水理特性を各水文水理解析モデルにて分析している。The Council Study の Volume 1 Summary Modelling Report によれば、表 6.3.1 に示す通り、メコンデルタの Tan Chau 観測所地点及び Chau Doc 観測所地点では、雨季流況の減少、乾季流況流量の増加が予測されている。開発のシナリオ毎及び気候変動の影響について流量の変化を定量的に示している。

表 6.3.1 Tan Chau 観測所及び Chau Doc 観測所地点の流況予測

	Average Longterm Monthly Discharge (m3/s) - TanChau			
	Baseline 07	Dev. 2020	Dev. 2040	Dev. 2040CC
Dec	9741.5	10437.1	11722.0	10380.0
Jan	6343.7	7292.4	8139.9	7310.8
Feb	4260.4	5204.9	5824.9	5251.1
Mar	2849.4	3708.7	4105.5	3676.7
Apr	2540.8	3185.6	3313.4	3125.7
May	4121.1	3996.8	3503.0	3708.4
Jun	8586.5	7497.6	6138.5	7083.4
Jul	13784.2	12387.3	10818.0	11834.4
Aug	18938.5	17934.8	17117.4	17670.8
Sep	21098.1	20449.1	20217.0	20381.1
Oct	19660.5	19324.4	20492.9	19293.0
Nov	14617.1	14788.9	16894.9	14747.1
Wet season	16114.2	15397.0	15279.8	15168.3
Dry season	4976.1	5637.6	6101.4	5575.5

	Change of Average Longterm Monthly Discharge (m3/s) - TanChau		
	Dev. 2020	Dev. 2040	Dev. 2040CC
Dec	695.6	1980.5	638.5
Jan	948.7	1796.2	967.1
Feb	944.5	1564.5	990.7
Mar	859.3	1256.1	827.3
Apr	644.8	772.6	584.9
May	-124.3	-618.1	-412.7
Jun	-1089.0	-2448.0	-1503.2
Jul	-1397.0	-2966.3	-1949.8
Aug	-1003.7	-1821.1	-1267.7
Sep	-649.0	-881.1	-717.0
Oct	-336.1	832.4	-367.5
Nov	171.9	2277.8	130.0
Wet season	-717.2	-834.4	-945.9
Dry season	661.4	1125.3	599.3

	Average Longterm Monthly Discharge (m3/s) - ChauDoc			
	Baseline 07	Dev. 2020	Dev. 2040	Dev. 2040CC
Dec	1586.7	1762.7	2243.5	1747.8
Jan	702.7	886.9	1074.1	883.4
Feb	350.5	494.0	578.8	484.4
Mar	209.4	315.2	342.7	291.1
Apr	163.2	234.0	228.4	209.3
May	386.6	358.0	292.5	319.2
Jun	1147.8	925.6	680.3	847.6
Jul	2446.7	2036.7	1625.0	1892.5
Aug	4532.8	4022.5	3652.6	3892.4
Sep	5713.2	5368.5	5167.1	5322.2
Oct	5461.4	5261.4	5653.5	5244.0
Nov	3454.0	3469.4	4362.9	3449.0
Wet season	3792.6	3514.0	3523.6	3441.3
Dry season	566.5	675.1	793.4	655.8

	Change of Average Longterm Monthly Discharge (m3/s) - ChauDoc		
	Dev. 2020	Dev. 2040	Dev. 2040CC
Dec	176.1	656.9	161.2
Jan	184.2	371.5	180.7
Feb	143.5	228.3	133.8
Mar	105.7	133.3	81.7
Apr	70.8	65.2	46.0
May	-28.6	-94.0	-67.4
Jun	-222.2	-467.5	-300.2
Jul	-409.9	-821.6	-554.1
Aug	-510.3	-880.2	-640.4
Sep	-344.7	-546.1	-391.0
Oct	-200.0	192.1	-217.4
Nov	15.5	908.9	-4.9
Wet season	-278.6	-269.1	-351.3
Dry season	108.6	226.9	89.3

Note: Baseline 07: M1、Dev. 2020:M2, Dev. 2040: M3, Dev. 2040CC: M3CC/M4
出典： The Council Study Volume 1 Summary Modelling Report (2018)

[162] MRC, The Council Study: Volume 1 Summary Modelling Report v2.0 January 2018

(2) 洪水

Council Study の Flood sector key findings report で示している 5 年確率洪水及び 100 年確率洪水における各主要地点に対する各シナリオ下での洪水流量の変化量を表 6.3.2 に示す。メコンデルタに着目すると Chau Doc 及び Tan Chau 地点の M3 と M3CC を比較すると M3CC では気候変動の影響、特に降雨強度が強くなるおとにより、洪水流量が増加すると予測されている。表 6.3.3 にメコンデルタにおける洪水被害の想定を示した。同報告書では上流からの土砂供給量の減少による河岸浸食、気候変動による降雨強度の変化、海面上昇がメコンデルタの洪水被害の増加に寄与していると評価している。

表 6.3.2 主要地点における各シナリオ下での洪水流量予測

Summary Table	M1 5yr	Change M2	M3	M3 CC	M1 100yr	Change M2	Change M3	Change M3 CC
ChiangSaen	11,242	-3%	-3%	13%	13,313	-3%	-3%	43%
Luang Prabang	16,778	-2%	-4%	5%	21,090	-2%	-5%	7%
Chiang Khan	18,855	-6%	-6%	7%	20,979	-3%	-3%	35%
Vientiane	18,456	-5%	-3%	9%	19,522	-1%	-2%	30%
Nong Khai	17,955	-5%	-5%	5%	18,902	-4%	-4%	16%
Nakhon Phanom	26,293	-5%	-5%	0%	29,001	-4%	-5%	-6%
Mukdahan	29,482	-3%	-3%	1%	30,739	-1%	-2%	8%
Pakse	40,078	-3%	-2%	4%	45,240	0%	0%	10%
Kratie	54,703	-3%	-3%	5%	63,163	0%	1%	16%
KPCham	49,131	-4%	-3%	4%	54,788	-1%	0%	15%
Phnom penh	40,367	-2%	-2%	1%	41,839	-1%	0%	5%
PP Basac	6,895	-4%	-4%	2%	7,474	0%	0%	11%
PrekDam	8,119	-6%	-6%	-2%	9,653	-3%	-2%	-3%
KohKhel	2,157	-2%	-2%	0%	2,260	-1%	0%	1%
NekLuong	29,517	-3%	-3%	2%	31,448	-2%	-2%	11%
KPLuang	6,475	-5%	-5%	-1%	8,726	-3%	-4%	-2%
ChauDoc	7,082	-4%	-4%	0%	7,591	-1%	-1%	8%
TanChau	23,914	-2%	-2%	1%	24,834	-1%	-1%	7%

出典：The Council Study Flood Sector Key Findings Report, 2018

表 6.3.3　メコンデルタにおける各シナリオ下での年平均洪水被害額

Corridor Vietnam Fresh water		Socio economic Development	Water Infrastructure	Annual Average Damage ($m)		
		Year	Year	Agriculture	Other&Urban	Total
Scenario M1		2010	2007	5.4	24.8	30.2
Scenario M1		2040	2007	5.2	238.6	243.8
Scenario M2		2010	2020	3.7	16.9	20.5
Scenario M2		2040	2020	3.5	162.0	165.5
Scenario M3		2010	2020	3.6	16.7	20.3
Scenario M3		2040	2040	3.5	160.6	164.1
Scenario M3 CC		2010	2040	9.9	38.8	48.7
Scenario M3 CC		2040	2040	9.5	373.2	382.7

出典：　The Council Study Flood Sector Key Findings Report, 2018

上流域ダム開発の影響によるメコンデルタでの流況の変化について、MRC Mitigation Guideline vol.3 (2020) において以下のとおり整理している。

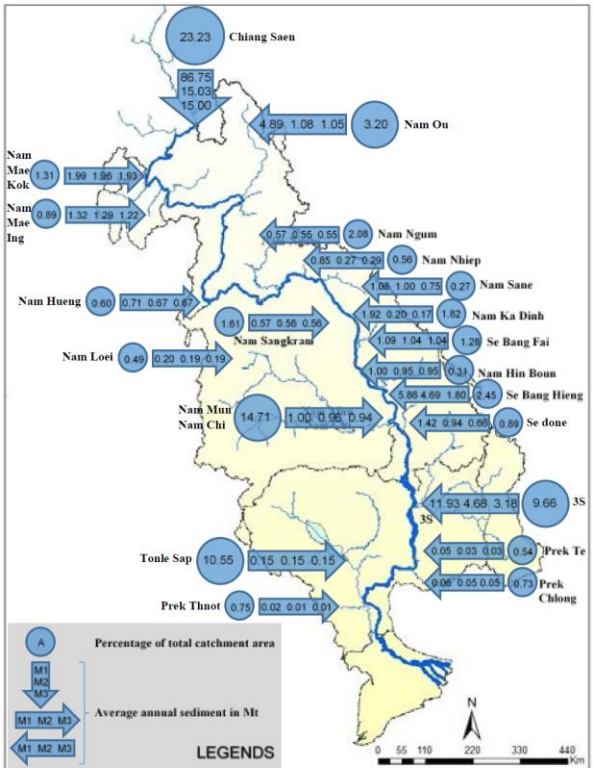
- Tan Chau における雨季の最大流量は上流部ダムの影響で 5%程度減少が予想される(Phnom Penh では 10%程度)。
- 洪水のタイミングは週単位で遅れる可能性があり、洪水時の水位は 10 から 20 ㎝程度の低下が見込まれる。

また、これらの影響の緩和策についてはダムの運用によるものでは効果が期待されず、例えば域内に整備された堤防の高さを変えないこと、若しくは低下させることにより、従来の流況に近い上流からの栄養塩の供給による恩恵が得られる。但し、メコンデルタとトンレサップ湖周辺は同一のシステムとして捉える必要があり、緩和策の実施において越境影響の考慮と 2 国間の調整が肝要である。

6.3.2　メコンデルタへの土砂流入量の変動と河岸・海岸侵食

(1)　メコンデルタへの土砂流入量の変動

図 6.3.1 は Council Study にて SWAT モデルにより算出された現在及び M1~M3 シナリオにおける各流域からのメコン主流への土砂流入量である。M1 シナリオと M2 シナリオを比較と、Lancang 流域、Nam Ou 流域、Nam Nhiep 流域、Nam Ka Dinh 流域、3S (Se San, Sre Pok, Se kong)流域では 40%以上土砂流入量が減少している。



Location	Catchment Area(km²)	M1 (Mt)	M2 (Mt)	M3 (Mt)	M2/M1	M3/M1
Chiang Saen	23.23	86.75	15.3	15.00	17.6%	17.3%
Nam Mae Kok	1.31	1.99	1.96	1.93	98.5%	97.0%
Nam Mae Ing	1.32	1.32	1.29	1.22	97.7%	92.4%
Nam Ou	3.2	4.89	1.08	1.05	22.1%	21.5%
Nam Ngum	2.08	0.57	0.55	0.55	96.5%	96.5%
Nam Nhiep	0.56	0.85	0.27	0.29	31.8%	34.1%
Nam Sane	0.27	1.08	1.00	0.75	92.6%	69.4%
Nam Ka Dinh	1.82	1.92	0.20	0.17	10.4%	8.9%
Se Bang Fai	1.28	1.09	1.04	1.04	95.4%	95.4%
Nam Hin Boun	0.31	1.00	0.95	0.95	95.0%	95.0%
Se Bang Hieng	2.45	5.86	4.69	1.80	80.0%	30.7%
Se done	0.89	1.42	0.94	0.66	66.2%	46.5%
Nam Hueng	0.6	0.71	0.67	0.67	94.4%	94.4%
Nam Sangkram	1.61	0.57	0.56	0.56	98.2%	98.2%
Nam Loei	0.49	0.20	0.19	0.19	95.0%	95.0%
Nam Mun, Nam Chi	14.71	1.00	0.96	0.94	96.0%	94.0%
3S	9.66	11.93	4.68	3.18	39.2%	26.7%
Prek Te	0.54	0.05	0.03	0.03	60.0%	60.0%
Prek Chlong	9.73	0.06	0.05	0.05	83.3%	83.3%
Tonle Sap	10.55	0.15	0.15	0.15	100.0%	100.0%
Prek Thnot	0.75	0.02	0.01	0.01	50.0%	50.0%

出典：The Council Study: Volume 1 Summary Modelling Report v2.0 January 2018

図 6.3.1　SWAT モデルによる現在及び M1~M3 シナリオにおける各流域からの メコン主流への土砂流入量

表 6.3.4 は ISIS 水理モデルによって計算された各シナリオにおける主要地点における土砂量を示している。Chiang Saen 地点では、M1(2007 年シナリオ)と M2(2020 年シナリオ)を比較すると 84%の土砂供給量の減少が想定されている。また、メコンデルタ上流の Kartie 地点では M1(2007 年シナリオ)に対する M2(2020 年シナリオ)、M3(2040 年シナリオ)を比較すると、それぞれ、土砂流入量は 65%、97%の減少が予測されている。ただし、Vientiane 地点での M2(2020 年シナリオ)、M3(2040 年シナリオ)をでは、それぞれ、土砂流入量は 54%、63%の減少となっていることから、メコン主流のダムだけでなく、支川流域のダムからの土砂供給量の減少もメコンデルタへの土砂供給を減少させていることが定量的に算出されている。

表 6.3.4 ISIS モデルによる将来シナリオにおける各主要地点における流砂量予測

Location	Scenario	Amount (Million Tons/year)			Percentage (%)		
		Wet Season	Dry Season	Annual	Wet Season	Dry Season	Annual
Chiang Saen	M1	76.6	9.2	85.7	-	-	-
	M2	13.8	0.4	14.1	-82%	-96%	-84%
	M3	13.6	0.4	14.0	-82%	-96%	-84%
	M3CC	13.2	0.3	13.5	-83%	-97%	-84%
Luang Prabang	M1	64.7	4.6	69.2	-	-	-
	M2	11.0	0.3	11.3	-83%	-93%	-84%
	M3	3.7	0.1	3.8	-94%	-98%	-94%
	M3CC	4.3	0.1	4.4	-93%	-98%	-94%
Chiang Khan	M1	47.3	0.7	48.0	-	-	-
	M2	8.0	0.1	8.2	-83%	-81%	-83%
	M3	2.3	0.0	2.3	-95%	-93%	-95%
	M3CC	2.8	0.0	2.9	-94%	-96%	-94%
Vientiane	M1	66.2	1.8	68.0	-	-	-
	M2	29.5	1.5	31.0	-55%	-16%	-54%
	M3	23.8	1.5	25.3	-64%	-18%	-63%
	M3CC	25.6	1.5	27.1	-61%	-17%	-60%
Nakhorn Phanom	M1	81.3	1.3	82.6	-	-	-
	M2	45.0	0.9	45.9	-45%	-29%	-44%
	M3	39.9	0.8	40.8	-51%	-35%	-51%
	M3CC	43.6	0.8	44.5	-46%	-35%	-46%
Mukdahan	M1	83.5	4.2	87.6	-	-	-
	M2	46.2	5.1	51.3	-45%	22%	-41%
	M3	40.8	5.3	46.2	-51%	28%	-47%
	M3CC	44.9	5.7	50.6	-46%	36%	-42%
Pakse	M1	116.4	11.7	128.1	-	-	-
	M2	50.1	1.7	51.8	-57%	-85%	-60%
	M3	11.8	0.4	12.2	-90%	-97%	-90%
	M3CC	13.7	0.4	14.1	-88%	-97%	-89%
Stung Treng	M1	135.6	8.4	144.0	-	-	-
	M2	54.9	1.6	56.5	-59%	-81%	-61%
	M3	9.8	0.1	10.0	-93%	-98%	-93%
	M3CC	10.8	0.1	10.9	-92%	-99%	-92%
Kratie	M1	139.6	5.6	145.2	-	-	-
	M2	49.4	1.6	51.0	-65%	-71%	-65%
	M3	4.2	0.4	4.6	-97%	-93%	-97%
	M3CC	4.5	0.4	4.9	-97%	-94%	-97%

出典：MRC, The Council Study: Volume 1 Summary Modelling Report v2.0 January 2018

また、G. M. Kondolf らはダムにおける堆砂量をダムの土砂捕捉率効率、貯水池容量及び貯水池沈降速度を統合させた 3W model (three-worksheet model)[163]を用いて、流域からの土砂生産量と LMBR のダム堆砂量及び流砂量を推定した[164]。MRB の土砂量を推定した。図 6.3.2 の左図は「Definite future」シナリオとして、38 基の既存及び建設中のダムを考慮した結果であり、メコンデルタへの土砂流入量はダム建設前の流域の状況と比べて 51%に減少することを示した。一方、図 6.3.2 の中央図は「Full-Buildout」シナリオとして中国領域内の 7 基及び LMRB で計画中の 133 基のすべてのダムが建設された場合の結果であり、メコンデルタへの土砂流入量はダム建設前の流域の状況と比べて 96%に減少することを示した。図 6.3.2 の右図は「Full-Buildout」シナリオからメコン河主流のダムを除いた場合であり、メコンデルタへの土砂流入量はダム建設前の流域の状況と比べて 68%に減少することを示した。

[163] Estimating reservoir sedimentation rates at large spatial and temporal scales: A case study of California, Water Resources Research, G. M. Kondolf1, 2009
[164] Dams on the Mekong: Cumulative sediment starvation, University of California, G. M. Kondolf ,2014

このことからメコン河ダム主流ダムにより、メコンデルタへの土砂流入量が 28%低減すると評価できる。

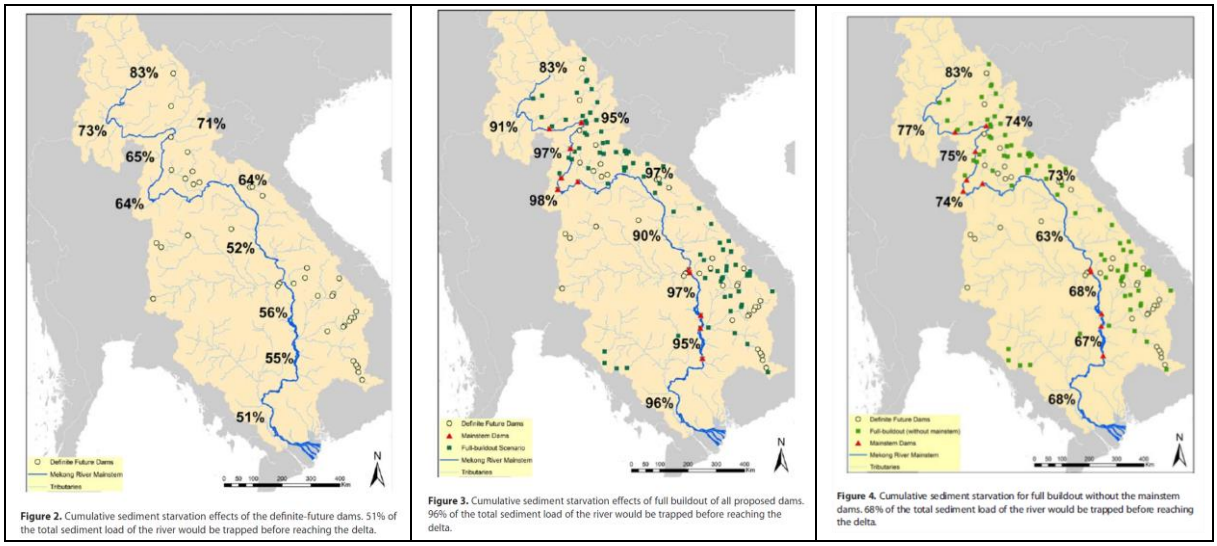


Figure 2. Cumulative sediment starvation effects of the definite-future dams. 51% of the total sediment load of the river would be trapped before reaching the delta.

Figure 3. Cumulative sediment starvation effects of full buildout of all proposed dams. 96% of the total sediment load of the river would be trapped before reaching the delta.

Figure 4. Cumulative sediment starvation for full buildout without the mainstem dams. 68% of the total sediment load of the river would be trapped before reaching the delta.

出典：Dams on the Mekong: Cumulative sediment starvation, G. M. Kondolf et., al. (2014)

図 6.3.2　3W Model による土砂輸送量予測（左　”Definite future” シナリオ、中央　”Full- Buildout” シナリオ、右　“Full-Buildout”シナリオから主流ダムを除いた場合）

上述の通り、メコン流域内のダムを含む今後の開発により、メコンデルタへの流入土砂量が著しく減少することが定量的に検証されている。メコンデルタへの土砂供給については、主流ダムとメコンデルタから距離が近く、比較的大きな支川である 3S 流域のダムの影響が特に重要と考えられる。しかしながら、3S 流域の各ダムについては、個別に環境影響評価がなされているはずであるが、現段階ではメコンデルタへの影響を検証するための情報は収集しきれていない。

2S 流域（Se San 流域、Sre Pok 流域）においては、世銀の Joint Transboundary Action Plan で、カンボジア-ベトナム間の持続可能な水資源管理協定の策定を目的とした活動がなされている。詳細については、6.3.4 節にて後述する。

(2)　メコンデルタにおける土砂動態

N. V. Manh らはメコンデルタから海岸までを対象に、Mike11 水理モデルにて河道ネットワークモデル（1 次元）及び氾濫原モデル（準 2 次元）を構築し、土砂動態を分析した[165]。表 6.3.5 は洪水イベント(2009 年洪水：2 年超過洪水、2010 年洪水：年最大洪水として小さい洪水、2011 年洪水：10 年超過洪水)における洪水総流量、土砂輸送量、土砂割合を示したものである。また、図 6.3.3 は通常の出水として 2009 年洪水（２年超過洪水）時の各河道における土砂堆積の割合を図示したものである。例えば、2009 年洪水の場合、Kartie 地点を通過した土砂の 66%はメコンデルタに入り、11%が Long Xuyen Quadrangle (LXQ)、Tien River and Hau River(THA)、Plains of Reeds(PoR)に堆積し、55%は河口まで流下する。2011 年の規模の大きな洪水は、LXQ-THA-PoR に Kartie 地点を通過した土砂の 16%を堆積させる。一方、2010 年洪水（年最大洪水として小さい洪水）では、2009 年同様 Kartie 地点を通過した土砂

[165] Large-scale suspended sediment transport and sediment deposition in the Mekong Delta, 2014

の 11%が LXQ-THA-PoR に堆砂する。よって大きな洪水の方が、土砂をより多く LXQ-THA-PoR に流入させるとともに、堆砂の割合も高いことがわかる。一方、規模が小さい洪水では、LXQ-THA-PoR への土砂流入量も少なく、堆砂する土砂の割合も小さいと評価できる。

図 6.3.4 はそれぞれの洪水イベントでの SSC(Suspended Sediment Concentrations)分布図であり、スルースゲートを閉門（前）と開門（後）した状況を示したものである。図 6.3.4 より、ゲート開門した場合では LXQ 等に流入した SSC がメコン河本流へ戻されていることがわかる。土砂の動態と栄養塩の動態は同じ傾向であることから、LXQ-THA-PoR へ土砂の供給が少なくなっていることに加え、栄養塩の供給も少なくなっていることが想定される。

表 6.3.5　各洪水イベントにおける洪水総流量、土砂輸送量、土砂割合

Subsystem	Flood volume (%)			Sediment load (mil t)			Sediment load (%)		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
Kratie	100 %	100 %	100 %	78.4	43.4	104.2	100 %	100 %	100 %
Cam floodplains	11 %	9 %	16 %	21.4	10.3	27.3	27 %	24 %	26 %
Overflow to VMD	6 %	4 %	9 %	3.5	1.5	7	4 %	4 %	7 %
Tonle Sap Lake	8 %	6 %	12 %	5.2	2.1	10.6	7 %	5 %	10 %
Vietnamese MD	92 %	93 %	86 %	51.8	31	66.3	66 %	71 %	64 %
Tan Chau	67 %	70 %	60 %	41	24.7	50.3	53 %	57 %	48 %
Chau Doc	19 %	19 %	18 %	7.3	4.7	9	9 %	11 %	9 %
Vam Nao	26 %	28 %	23 %	14.7	9.3	18.7	19 %	21 %	18 %
VN floodplains	21 %	17 %	24 %	10.9	5.6	17.6	14 %	13 %	17 %
Coast (Sea)	–	–	–	42	25.9	50.5	55 %	60 %	48 %

出典：Large-scale suspended sediment transport and sediment deposition in the Mekong Delta, 2014

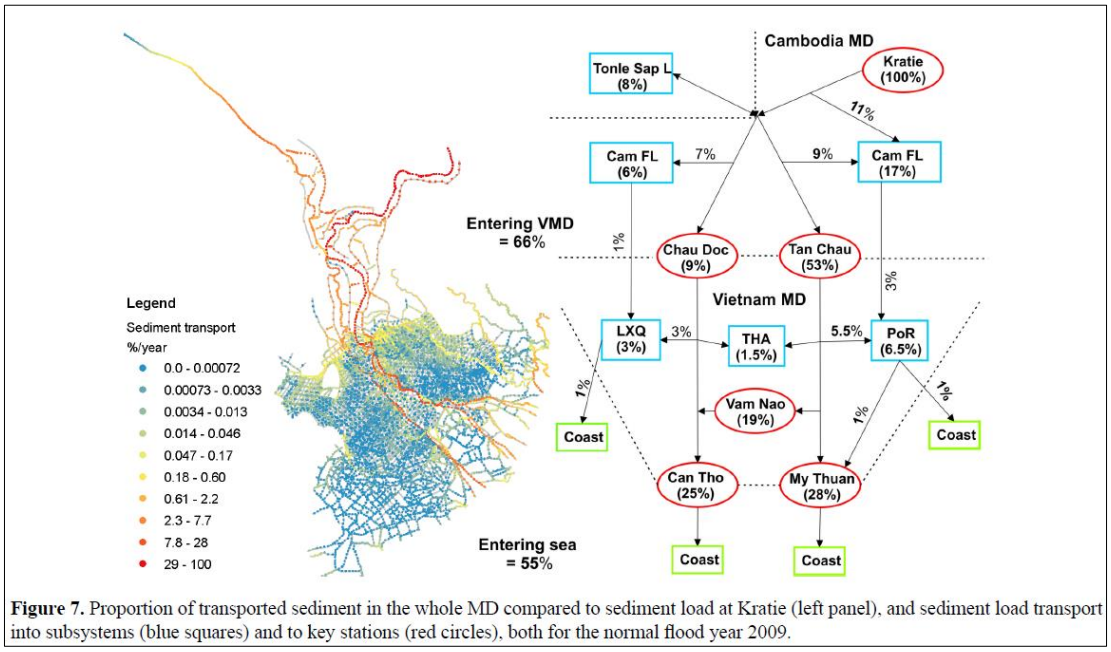
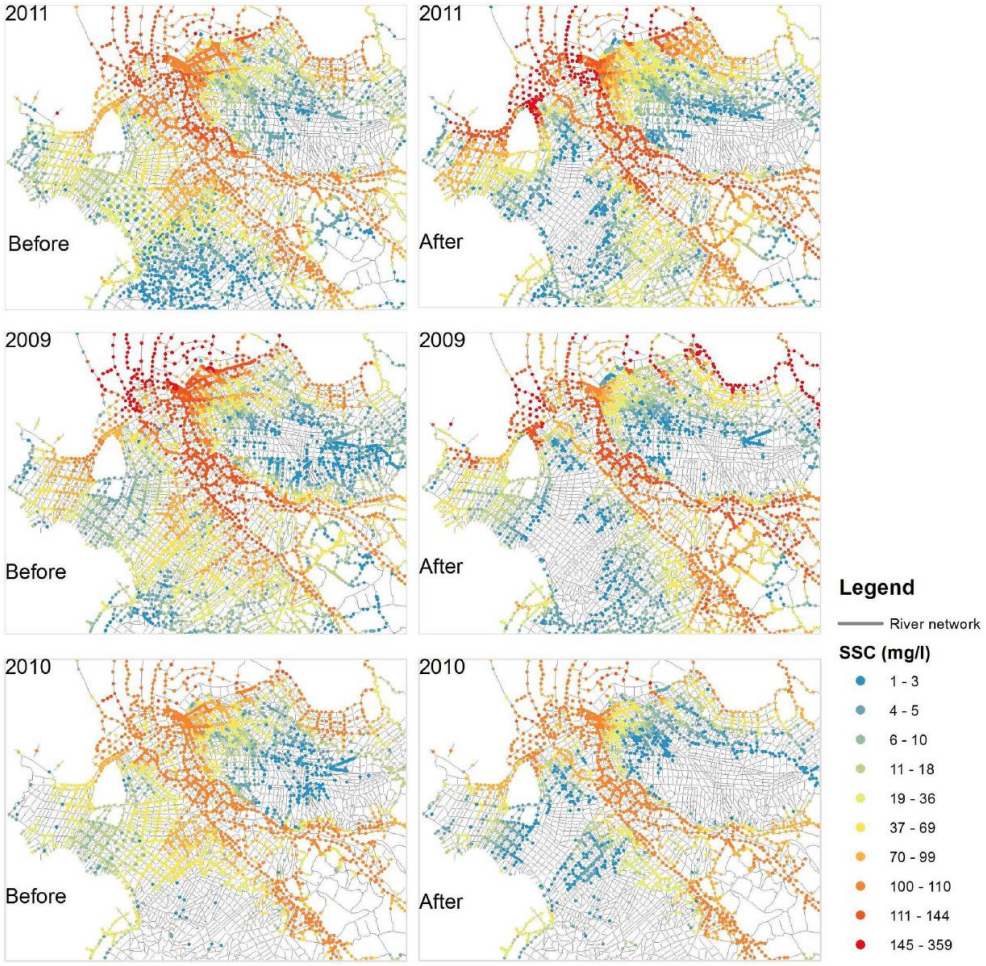


Figure 7. Proportion of transported sediment in the whole MD compared to sediment load at Kratie (left panel), and sediment load transport into subsystems (blue squares) and to key stations (red circles), both for the normal flood year 2009.

出典：Large-scale suspended sediment transport and sediment deposition in the Mekong Delta, 2014

図 6.3.3　2009 年洪水時における土砂動態シミュレーション結果



出典：Large-scale suspended sediment transport and sediment deposition in the Mekong Delta, 2014

図 6.3.4　各洪水イベントにおける SSC 分布(左　スルースゲート開門前、右　スルースゲート開門後)

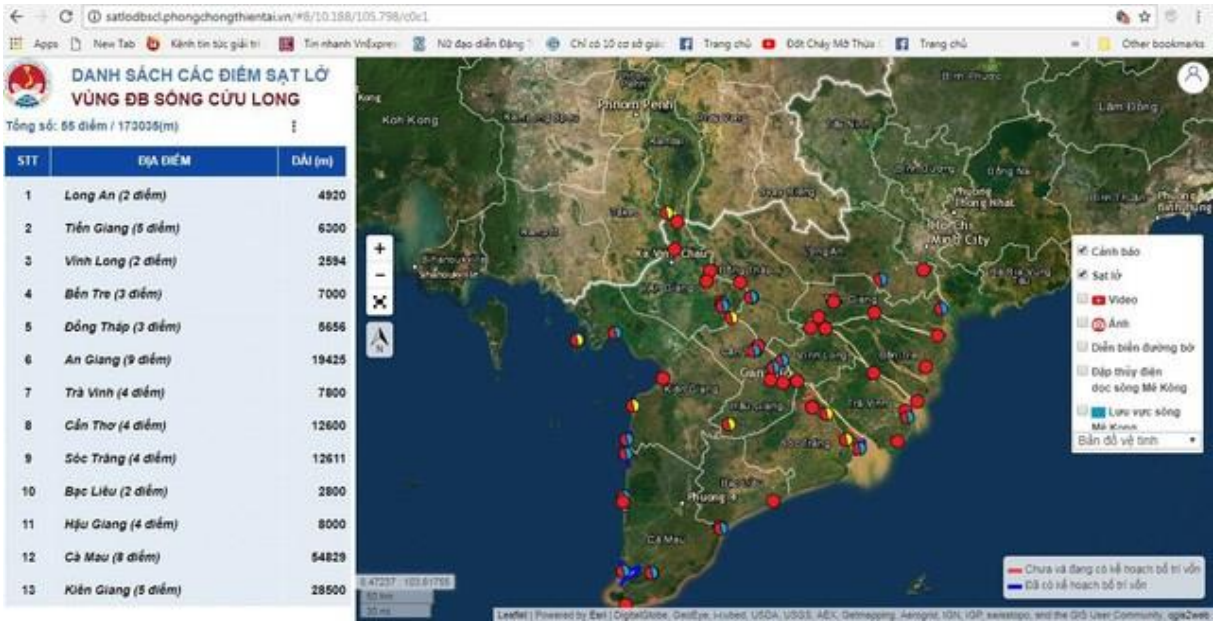
(3)　河岸・海岸侵食

1)　河岸侵食

MARD は Greater Mekong Subregion Economic Cooperation Program Strategic Framework の活動の中で、“Web GIS Map Monitoring Mekong Delta’s River Banks and Coastline”と称する地理情報システムを用いたデータベースを構築した。インターフェイスのイメージを図 6.3.5 に示す。

ベトナムにおける河岸侵食は An Giang 省, Dong Thap 省, Ca Mau 省 and Bac Lieu 省では特に深刻である。2018 年の報告によると 564 箇所、延長 834km の河岸及び海岸の浸食が確認されている。その中でも非常に危険”Extremely Dangerous”と分類された場所は 104 箇所(35%)であり、危険”Dangerous”と分類された場所は 121 箇所(29%)特定された。2011 年から 2018 年にかけて各自治体では 494 million 米ドル相当をかけて 141 箇所の修復を実施した。また、2018 年以降はベトナム政府は 118 million 米ドルを国際機関の支援を受け 84km、102 箇所の修復を実施した[166]。

[166] WebGIS Map Monitoring Mekong Delta’s River Banks and Coastline, Greater Mekong Subregion, https://greatermekong.org/webgis-map-monitoring-mekong-delta%E2%80%99s-river-banks-and-coastline



出典：A map of landslides and erosions along riverbanks and coasts in the Mekong Delta was introduced at a conference held by the Ministry of Agriculture and Rural Development (MARD) in Hanoi on June 18, VietNamNet Online Newspaper (http://vietnamnet.vn), 19th, Jun., 2018

図 6.3.5　WebGIS Map Monitoring Mekong Delta's River Banks and Coastline の例

近年はリモートセンシング技術の向上により、衛星技術を用いた河岸侵食のモニタリングの研究も進んでいる。Doan Van Binh らは Landsat のデータから得られた 5 種類（NDVI, NDWI, MNDWI,WNDWI ,$AWEI_{nsh}$）のスペクトル指標に対し、3 種類(Default thresholding, Otsu's method、MM technique)の画像識別手法及び Google Earth 画像を用いて、河川堤防位置を抽出する手法(Schematic of the Spectral River Bed Erosion Detection (SRBED) method)を開発し、河岸の侵食量を推定した。その結果、2008 年から 2014 年の短期間で Tan Chau から My Thuan までの区間で、1.5km^2 及び-2.64m の侵食量が確認された。これは、0.25km^2/yr 及び 0.44m/yr に相当する。特に侵食が著しい箇所として、Tan Chau の上流 6 km から下流 4 km の区間の左右岸、Cao Lanh の上流先端部、My Thuan から Sa Dec までの 15km 区間、Tien 川の Sa Dec 右岸である。

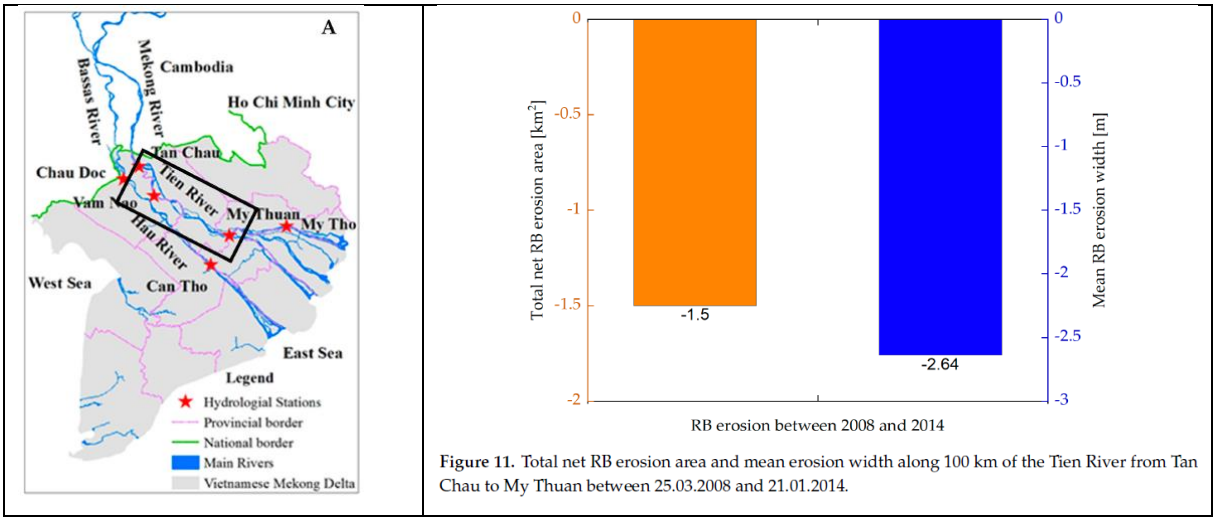


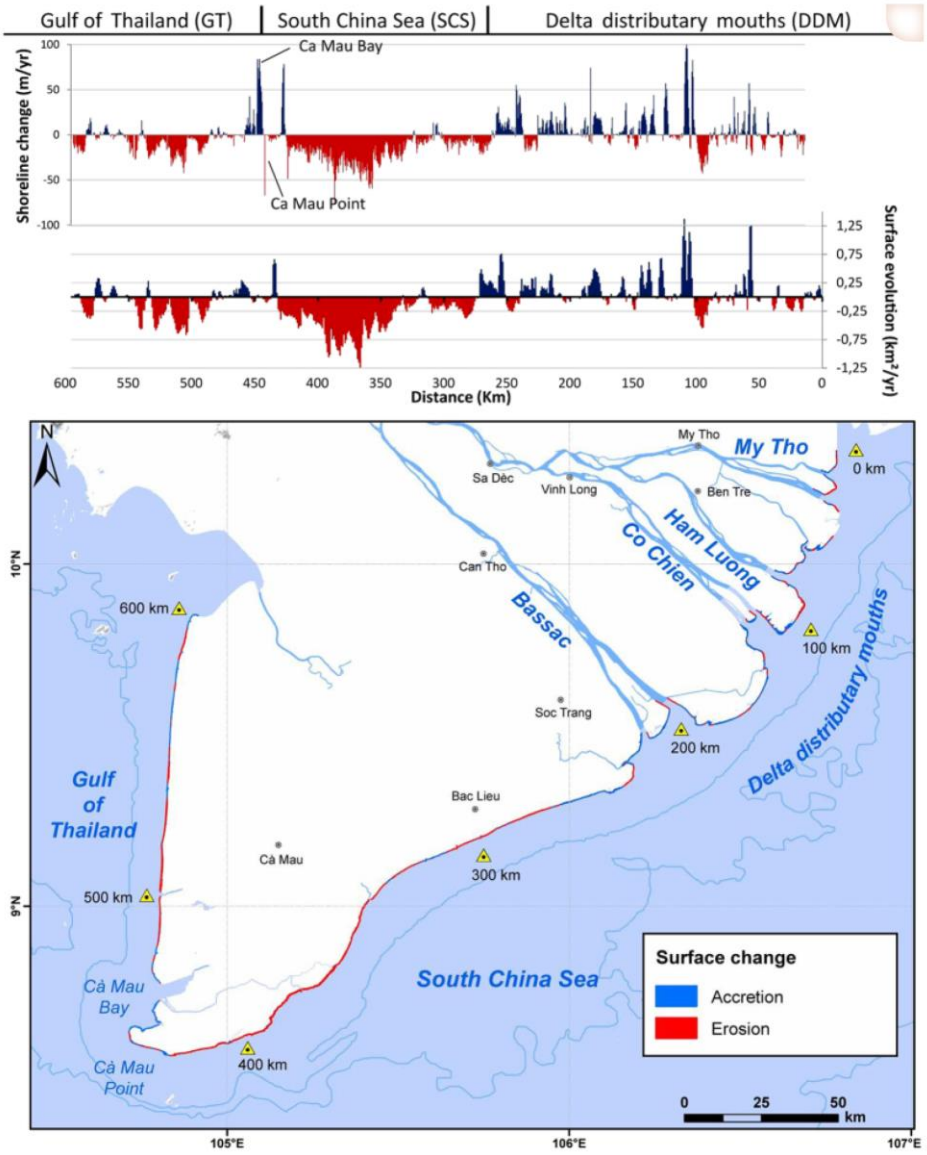
Figure 11. Total net RB erosion area and mean erosion width along 100 km of the Tien River from Tan Chau to My Thuan between 25.03.2008 and 21.01.2014.

出典：A Novel Method for River Bank Detection from Landsat Satellite Data: A Case Study in the Vietnamese Mekong Delta, 2020

図 6.3.6　河岸浸食量のモニタリング結果（左　調査対象範囲、　右　河岸侵食量）

2)　海岸侵食

メコンデルタにおける海岸浸食について、Edward J. Anthony らは仏国の CNES（Centre national d'études spatiales/ National Centre for Space Studies）が開発した SPOT5 の 5m の高解像度の経年(2003 年、2007 年、2012 年)の衛星画像を用いて、海岸の堆積及び侵食傾向を分析した。その結果、Ca Mau Bay 及び河口付近では堆積傾向であるが、South China Sea から Ca Mau Point 及び Guld of Tailand にかけて侵食傾向であることが明らかとなった。デルタ河口付近では、5m/yr 程度の堆積傾向であるのに対して、South China Sea 付近での 2007 年-2012 年の 12m/yr 程度の侵食傾向となっている。



出典：Linking rapid erosion of the Mekong River delta to human activities, Edward J. Anthony, Aug., 2015

図 6.3.7　海岸線における堆積・侵食状況

表 6.3.6　各期間における海岸線の堆積・侵食量

Shoreline	2003-2007		2007-2012	
	Mean cross-shore shoreline change (m/yr)	Net surface area change (km/yr)	Mean cross-shore shoreline change (m/yr)	Net surface area change (km/yr)
Delta distributary mouths (220 km)	4.24	0.78	5.17	0.263
South China Sea (180 km)	-6.41	-2.019	-12.53	-2.715
Gulf of Thailand (200 km)	-2.15	-0.87	-2.2	-0.575

出典：Linking rapid erosion of the Mekong River delta to human activities, Edward J. Anthony, Aug., 2015

2014 年の JICA 調査[167]の報告では、海岸浸食や人為的伐採などにより海岸線のマングローブ林が破壊されている地域があり、海岸線から 500m 幅のバッファーゾーンとしてマングローブ林を設け、その内側に海岸堤防を設置することを基本としているが、マングローブ林が浸食・破壊されて、海岸堤防まで浸食域が達するおそれがあり、海岸堤防の損傷・破壊が危惧されている。また、GIZ が実施した Integrated Coastal Management Programme(2011-2018)[168]では、海岸浸食対策、マングローブ植林、木杭消波工の設置等が実施された。また同プログラム内のフィージビリティ調査により、海岸保護事業として、今後計 EUR 110 million 規模の事業実施可能性が調査された。

なお、Baran ら(2015)[169]によると、2030 年にはメコン上流におけるダム開発によって海岸部に到達する土砂は 50%程度減少すると見込んでおり、域内での採掘、及び地下水利用による地盤沈下の影響と相まって更に海岸浸食がすすむとの推定をしている。さらに、2050-2060 年には 95%程度まで減少する推定である。また、Nguyen ら(2015)[170]によると、定量的な評価はなされていないものの、ダム開発、気候変動(海面上昇を主とする)、及びデルタにおける地盤沈下の 3 つの要素を比較した際に、ダム開発が最も顕著にデルタにおける河岸・海岸浸食に影響をもたらす要素であると分析している。また、地域としては PoR が最もダムによる堆砂の抑留による影響を受けるとの解析結果である。

(4) 農業

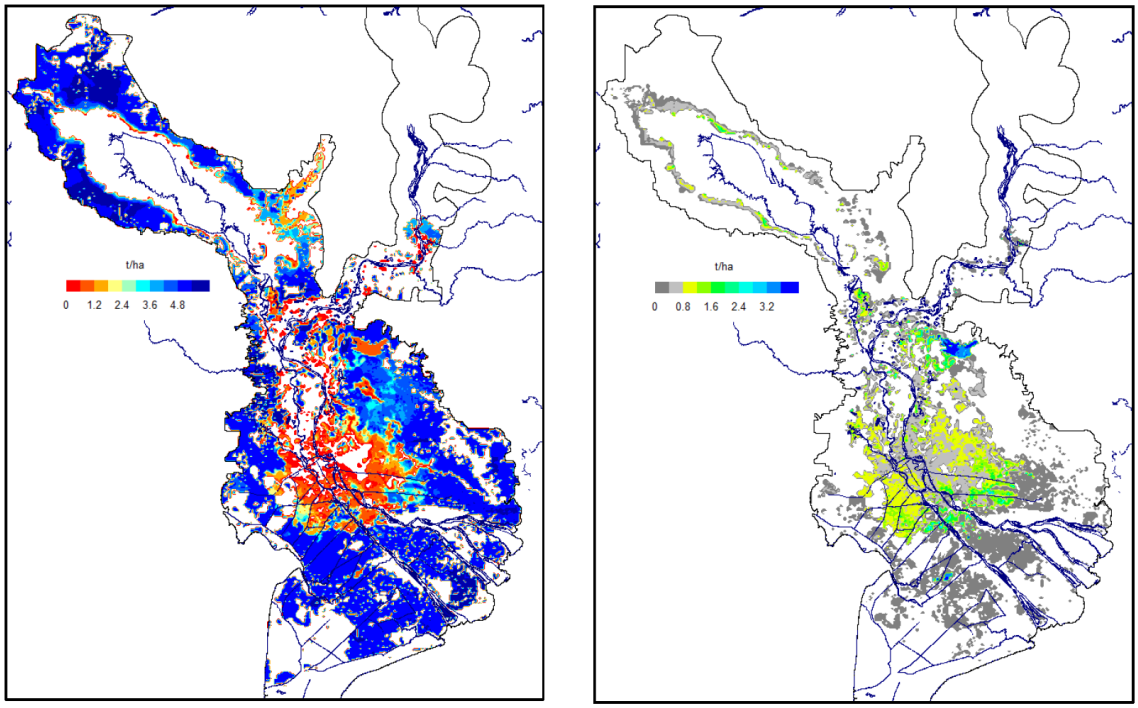
The Council Study の Report on the Positive and Negative Impacts of Irrigation on the Social, Environment, and Economic Conditions of the Lower Mekong River Basin and Policy Recommendations では、表 6.3.7 及び図 6.3.8 から図 6.3.10 に示すように、メコンデルタで顕在化している課題と稲作収穫量への影響について IQQM モデルを用いて分析をしている。

表 6.3.7 Council Study における各現象による稲作収穫量への影響評価

顕在化している課題	The Council Study での評価
洪水の減少による稲作の収穫量への影響	洪水は稲の成長を阻害し、また長期間浸水した場合は稲に損傷を与える。雨季の洪水から守られている期間が増えることにより、稲の収穫量が増えるとの評価が得られた。ただし、氾濫農耕としての影響は考慮していない。
土砂供給量の減少による稲作の収穫量への影響	洪水によってもたらされる土砂及び有機物は土壌の生産性を向上させる。メコン河主流付近では 20%程度の減少、主流から少し離れた箇所では 5%~10%の減少との評価が得られた。
塩水遡上による稲作の収穫量への影響	塩分濃度の増加は稲の成長に悪影響をもたらす。塩水遡上により収穫量の減少がみられた箇所がある一方、メコンデルタ上流域では乾季の流量が増えために 0.1~0.3t/ha の増加がみられた。

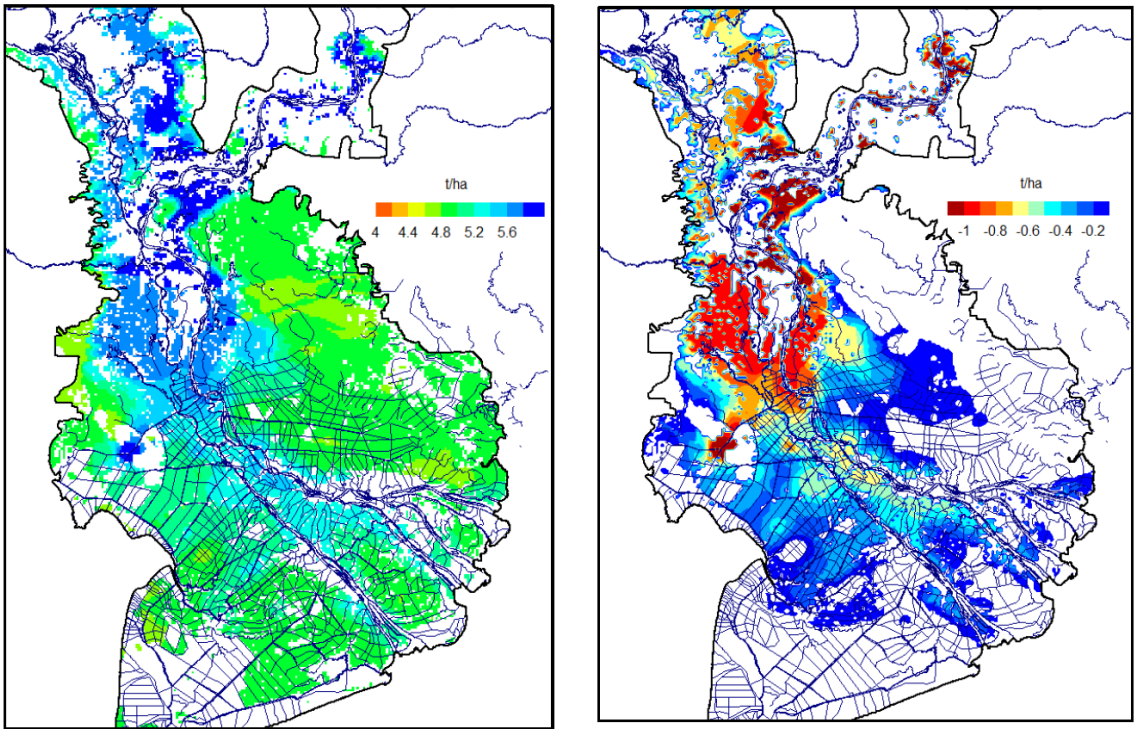
出典：調査団

[167] メコンデルタ沿岸地域における持続的農業農村開発のための気候変動適応対策プロジェクト詳細計画策定調査, JICA, 2014 年
[168] Integrated Coastal Management Programme, GIZ, https://www.giz.de/en/worldwide/18661.html
[169] Baran E., Guerin E., Nasielski J. 2015 Fish, sediment and dams in the Mekong. Penang, Malaysia: WorldFish, and CGIAR Research Program on Water, Land and Ecosystems (WLE). 108 pp.
[170] Manh, N. Van, Dung, N. V., Hung, N. N., Kummu, M., Merz, B., & Apel, H. (2015). Future sediment dynamics in the Mekong Delta floodplains: Impacts of hydropower development, climate change and sea level rise. Global and Planetary Change, 127, 22–33.



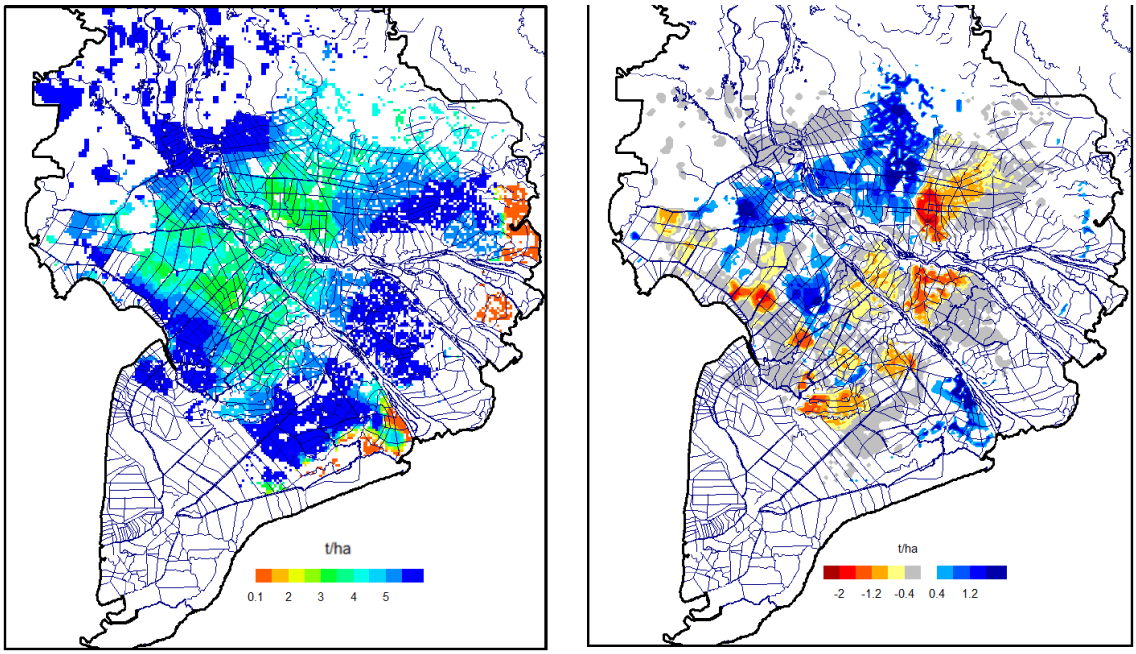
出典：The Council Study:"Report on the Positive and Negative Impacts of Irrigation on the Social, Environment, and Economic Conditions of the Lower Mekong River Basin and Policy Recommendations", Figure 41. Flooding impact on no-flood protected rice production. Left baseline for rice planted mid-June and right yield increase in the M3 scenario"

図 6.3.8　メコンデルタにおける洪水の減少による稲作の収穫量への影響
(左 M1 2007 年, 右 M3CC 2040 年)



出典：The Council Study: "Report on the Positive and Negative Impacts of Irrigation on the Social, Environment, and Economic Conditions of the Lower Mekong River Basin and Policy Recommendations" Figure 43. Sediment impact on rice production. Left baseline and right decrease of rice production in scenario M3. No flooding impact included

図 6.3.9　メコンデルタにおける土砂供給量の減少による稲作の収穫量への影響
(左 M1 2007 年, 右 M3CC 2040 年)



出典：The Council Study: "Report on the Positive and Negative Impacts of Irrigation on the Social, Environment, and Economic Conditions of the Lower Mekong River Basin and Policy Recommendations", Figure 48. Baseline irrigated rice production in 1998 (left) and change in M3 scenario"

図 6.3.10　メコンデルタにおける塩水遡上による稲作の収穫量への影響
(左　M1 2007 年, 右　M3CC 2040 年)

(5)　塩水遡上

メコンデルタ沿岸部では塩水遡上の影響や、淡水へのアクセスへの困難さから、灌漑用水、生活用水の深刻な不足が生じている。また、水不足の結果、水利用者間（農業、エビ養殖等）での競合と利害の対立が問題となっている。土壌中の塩分濃度が上昇すると作物における浸透圧ストレス[171]とイオンストレス[172]が高まり、収穫量や品質に悪影響を及ぼす。下表は FAO による塩分濃度と農業への影響であり、2g/ℓ を超えると作物への影響は深刻である。

表 6.3.8　塩分濃度による作物への影響

Table A3.1 *Guidelines for interpretation of water quality for irrigation*

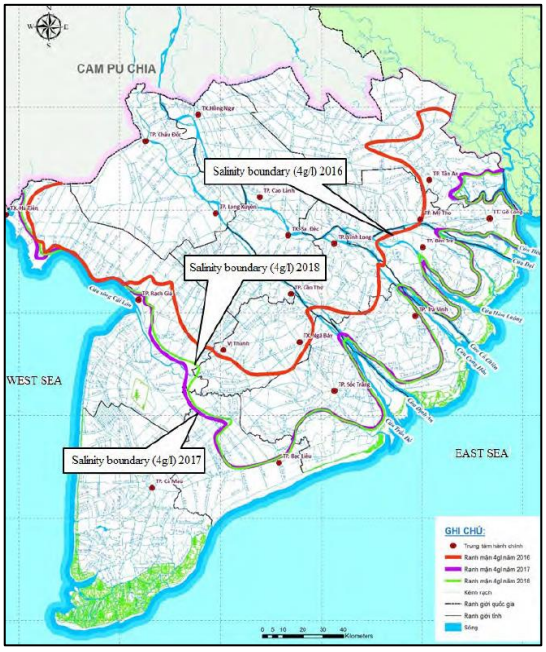
Potential irrigation problems	Units	Degree of restriction on use: None	Slight to moderate	Severe
Salinity (affects crop water availability)[a]				
EC_w	dS m^{-1}	<0.7	0.7–3.0	>3.0
or TDS	mg l^{-1}	<450	450–2000	>2000

出典：Guidelines for interpretation of water quality for irrigation Appendix3 , FAO, 1985

[171] 土壌水の浸透圧が増加しそれがある程度以上になると、作物の根の水分吸収機能が低下し、作物の生育が減退する（浸透圧ストレス）
[172] 海水によって土壌中に多量にもたらされたナトリウムイオンや塩素イオンなどの有害な成分を異常吸収したり、カルシウムやカリウム等の養分の吸収が阻害されたりして、作物の栄養と代謝機能に異常をきたす（イオンストレス）

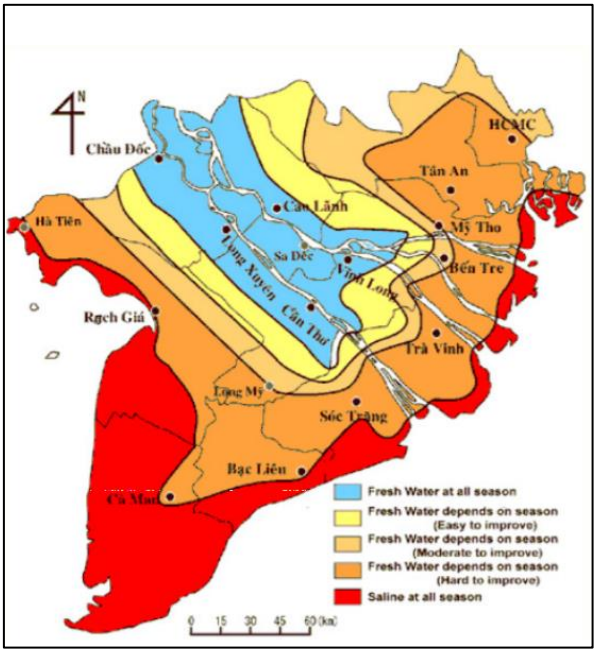
図 6.3.11 に SIWRR(Southern Institute of Water Resources Research)によって報告された近年(2016 年、2017 年、2018 年)の塩水遡上の状況、図 6.3.12 に GIZ により作成された塩水遡上の分布図を示した。塩水濃度は 4mg/ℓ を閾値としてみると、東側では My Tho 省、Ben Tre 省、Tra Vinh 省まで達している一方、Vioh Long 省までは届いていない。西側では Long My 省、Soc Trang 省付近で影響が大きい一方、Can Tho 省までは届いていない。Ha Tien 省、Rach Gia 市(Kien Giang 省)、Ca Mau 省では通年で淡水をえることができないことがわかる。

近年、塩水遡上の被害が大きかった年としては、1998 年、2005 年、2007 年、2010 年、2016 年、2019 年であり、乾季のメコン河の流量が少ない時期にその影響が大きくなるため、渇水気味で、河川流量が少ない場合は、塩水遡上の影響も大きくなる。Mai ら[173]によると塩水遡上は海面上昇とダムの運用によるメコン河の流況変動の影響を受けており、乾季の始まりに放流を開始するタイミングを早めた上で十分な量の流量が確保されれば、深刻な塩水遡上は回避が可能との研究結果も発表されている。なお、図 6.3.13 に示す Council study の Report on the Positive and Negative Impacts of Irrigation on the Social, Environment, and Economic Conditions of the Lower Mekong River Basin and Policy Recommendations の将来予測では、1998 年時点の分布（図 6.3.13 左図）と M3 シナリオ下での 1998 年時点から比べた場合の塩分濃度の変化(図 6.3.13 右図)を示した。図 6.3.13 より、Can Tho 省周辺でも塩分濃度が高くなると推定している。



出典 Comparison of the boundaries (4g/l) of salinity intrusion in the dry seasons of 2018, 2017 and 2016 , SIWRR, 2019)

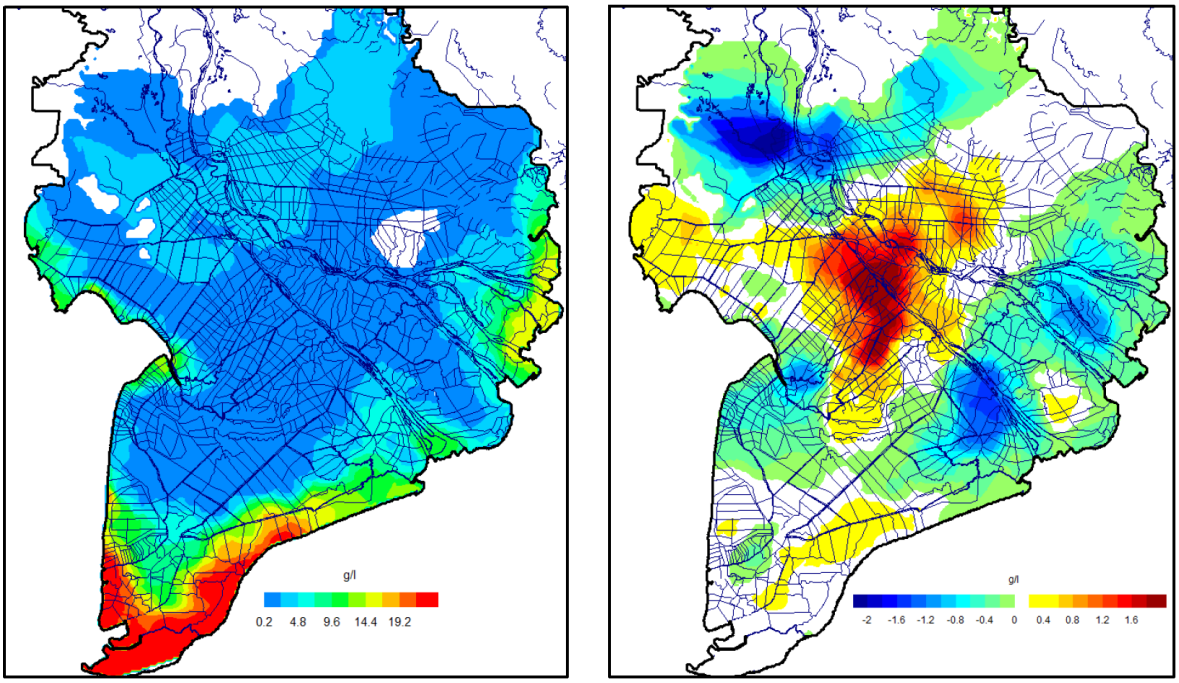
図 6.3.11　塩水遡上の境界線の比較



出典: Trouble underground land subsidence, GIZ, 2019

図 6.3.12　メコンデルタへの塩水遡上の分布

[173] Mai, N. P., Kantoush, S., Sumi, T., Thang, T. D., Trung, L. V., & Binh, D. Van. (2018). Assessing and Adapting the Impacts of Dams Operation and Sea Level Rising on Saltwater Intrusions into the Vietnamese Mekong Delta. Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B1 (Hydraulic Engineering), 74(5), I_373-I_378. https://doi.org/10.2208/jscejhe.74.5_I_373



出典：Figure 47. Average dry season baseline salinity in 1998 (left) and change in scenario M3, The Council Study "Report on the Positive and Negative Impacts of Irrigation on the Social, Environment, and Economic Conditions of the Lower Mekong River Basin and Policy Recommendations", 2018

図 6.3.13　塩水遡上の分布図（左　1998 年時点、 右　M3 シナリオ）

(6)　漁業

メコンデルタにおける淡水魚の漁獲高に対する上流ダム開発の影響については 5.2 にて整理された通り推計されているが、メコン河河口付近の海域における海洋漁業に対する影響については非常に限られた情報しか存在しない。Baran ら(2015)のレビューによると、メコン河によってもたらされる栄養塩がどのように海域の魚類や甲殻類に影響を及ぼすかに関するベースラインデータは非常に限られており、2010 年以降にいくつかの研究が実施されているのみである。

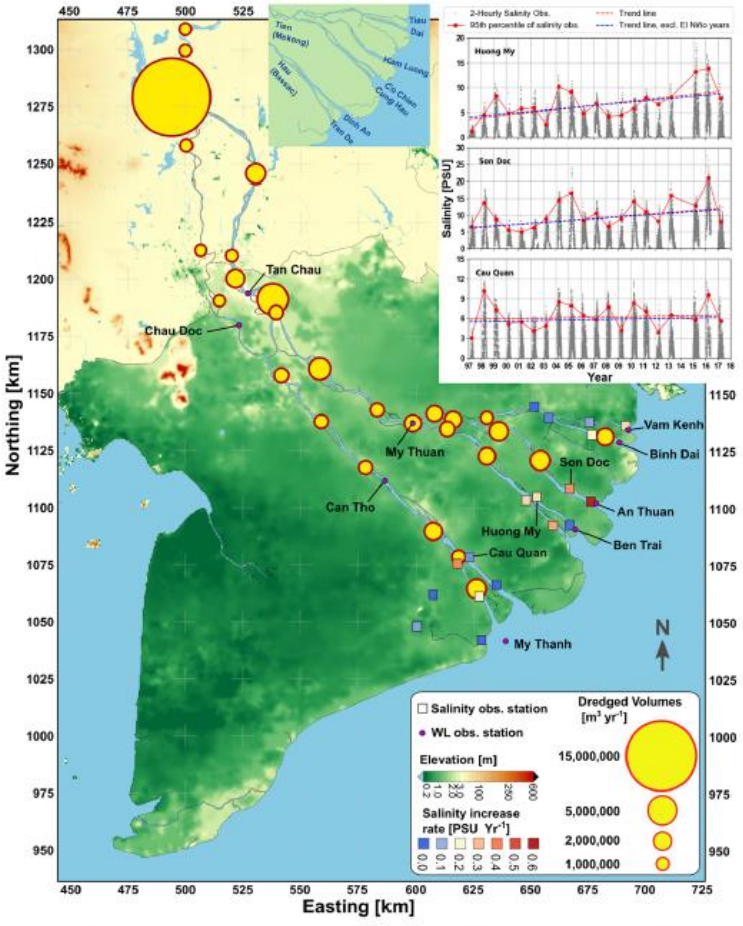
6.3.3　デルタ内での人為的要因による影響

(1)　川砂の採掘

メコンデルタ(ベトナム国内及び上流部)における開発行為の中で塩水遡上や河岸侵食を加速させる影響が大きいものとして、主に建設資材のための川砂の採掘が挙げられる。Eslami, S ら(2019)[174]によると、2015 年にベトナム国内の正式に許可された採掘量は 28 Mm3 yr−1 (40–50 Mt yr−1)であり、Bravard, J.-P.ら(2015)[175]による先行研究によって推定された採掘量の 4 倍となっている。加えて、図 6.3.14 に示すとおりカンボジアにおける採掘量がベトナムメコンデルタ内の一か所あたりの採掘量の 3 倍程度と推測されており、採掘とダムによる土砂滞留が河岸及び河床侵食を促進し、デルタ沿岸部における調査を増大する結果となっている。更に Eslami, S ら(2019)は過去 15 年における海面上昇が 20-30 ㎝程度

[174] Eslami, S., Hoekstra, P., Nguyen Trung, N., Ahmed Kantoush, S., Van Binh, D., Duc Dung, D., … van der Vegt, M. (2019). Tidal amplification and salt intrusion in the Mekong Delta driven by anthropogenic sediment starvation. Scientific Reports, 9(1), 1–10.
[175] Bravard, J.-P., Goichot, M., & Gaillot, S. (2013). Geography of Sand and Gravel Mining in the Lower Mekong River. EchoGéo, (26), 0–20. https://doi.org/10.4000/echogeo.13659

と推定される一方で人為的要因による河床低下は 2-3m 程度と想定され、気候変動による海面上昇の 10 倍程度の影響があったと結論付けている。



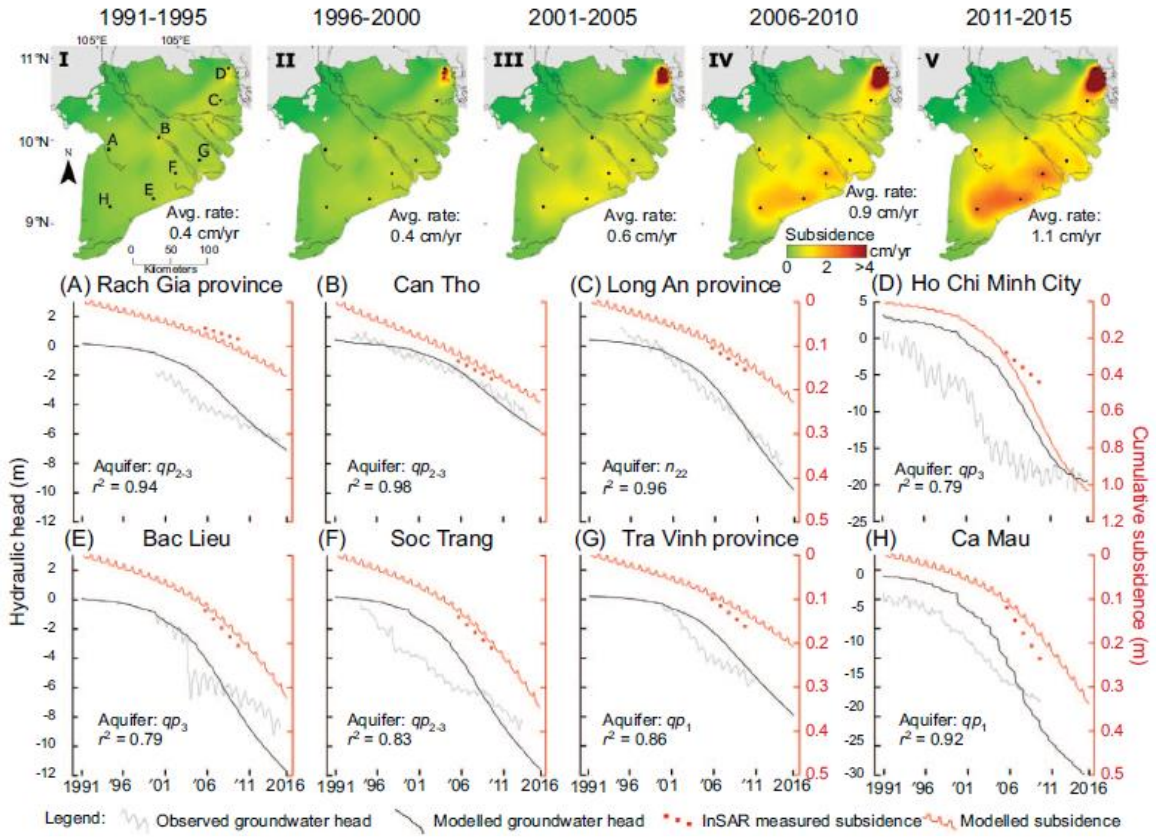
出典：Eslami, S.,ら(2019)　Figure 1.

図 6.3.14　メコンデルタにおける砂利採取量の推定値及び塩水遡上の状況

(2)　地下水の過剰揚水

メコンデルタにおいて地下水は村落部の家庭用水水源として利用されているほか、農業及び漁業(塩分濃度を調整する)等にも活用され、且つ実質的な揚水量の制限や調整は行われていない。そこで、Minderhoud, P. S. J ら(2017)[176]はモデルによってまず過去 25 年分のデルタの地下水層 7 層における水位低下を推定し、その結果に基づいて地下水位の低下に起因する地盤沈下量を図 6.3.15 に示したとおり推定している。

[176] Minderhoud, P. S. J., Erkens, G., Pham, V. H., Bui, V. T., Erban, L., Kooi, H., & Stouthamer, E. (2017). Impacts of 25 years of groundwater extraction on subsidence in the Mekong delta, Vietnam. Environmental Research Letters, 12(6), 064006.

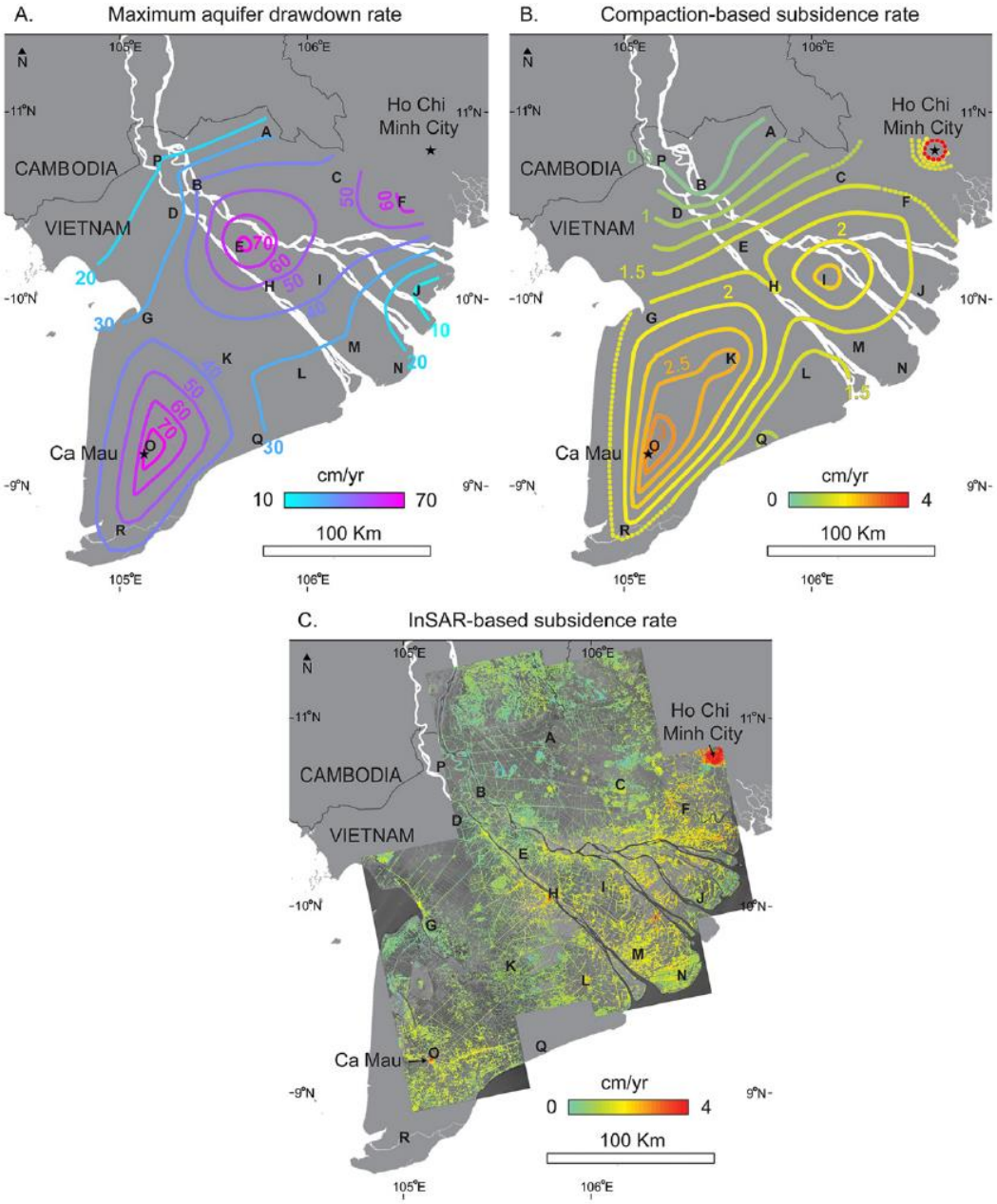


出典：Minderhoud, P. S. J.,ら(2017)

図 6.3.15　メコンデルタ内の 8 観測所地点による地下水水位の変動

Erban ら(2014)[177]は、実測値による地下水位データと衛星画像による地盤沈下速度の解析結果(InSAR データ)にて 2006 年から 2010 年の変動を推定している(図 6.3.16 参照)。この結果によるとデルタ中心部カントー付近を中心とした地点とカマウ付近を中心とした地点、及びホーチミン市に向けて地下水位の低下が顕著であることが分かる。これは、カンボジア側では地下水利用がそこまで進んでいないため、帯水層が上流側から涵養されているためと考えられる。

[177] Erban, L. E., Gorelick, S. M., & Zebker, H. A. (2014). Groundwater extraction, land subsidence, and sea-level rise in the Mekong Delta, Vietnam. Environmental Research Letters, 9(8).

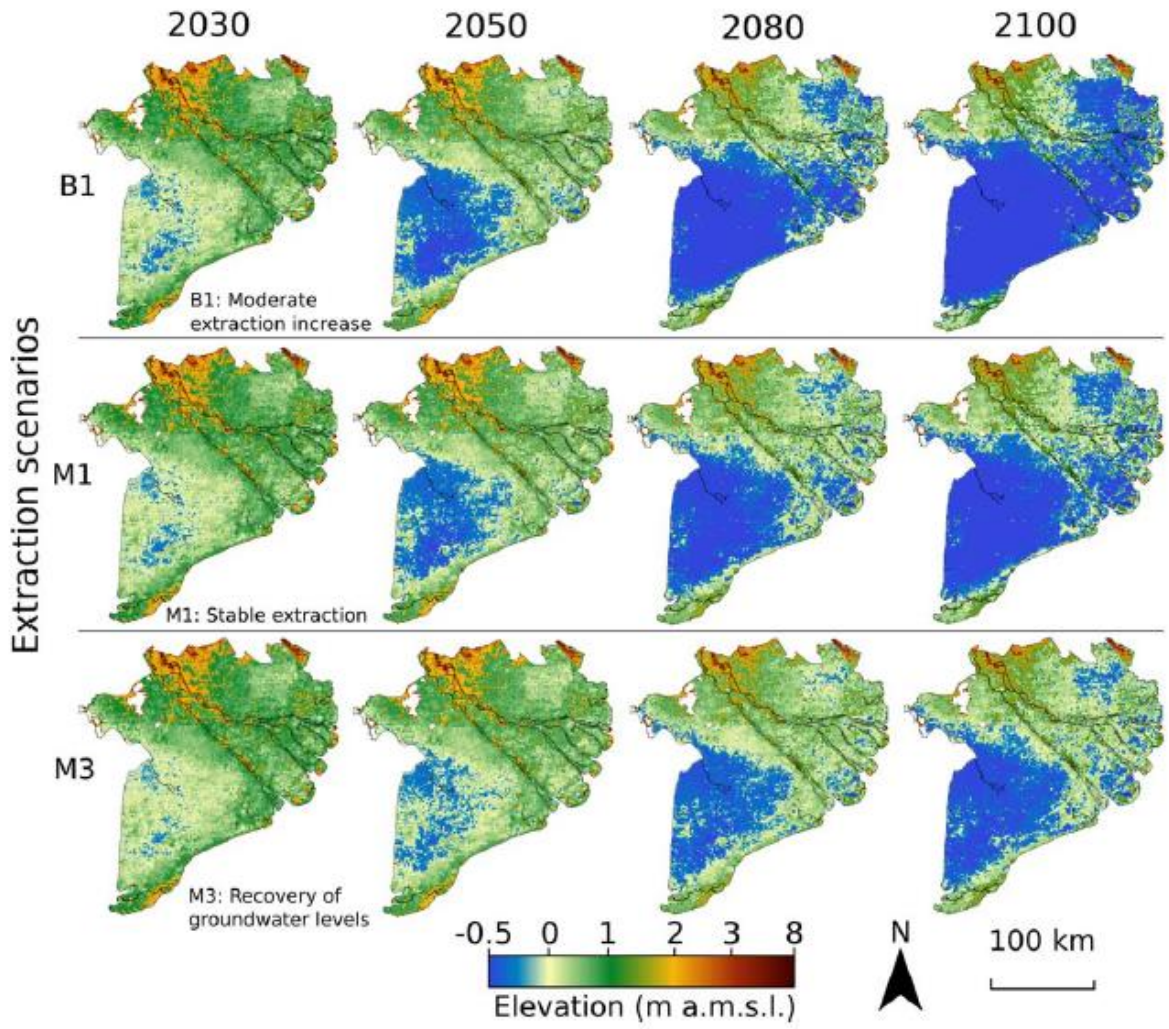


出典：Erban, L. E., ら(2014). Figure 1

図 6.3.16　メコンデルタにおける地下水位の低下と地盤沈下の状況

また、Minderhoud, P. S. J ら(2020)[178]により、地下水水利用を管理することにより、将来的な地盤沈下をどの程度軽減することが出来るかが検証されている。（図 6.3.17 参照）

[178] Minderhoud, P. S. J., Middelkoop, H., Erkens, G., & Stouthamer, E. (2020). Groundwater extraction may drown mega-delta: Projections of extraction-induced subsidence and elevation of the mekong delta for the 21st century. Environmental Research Communications, 2(1).



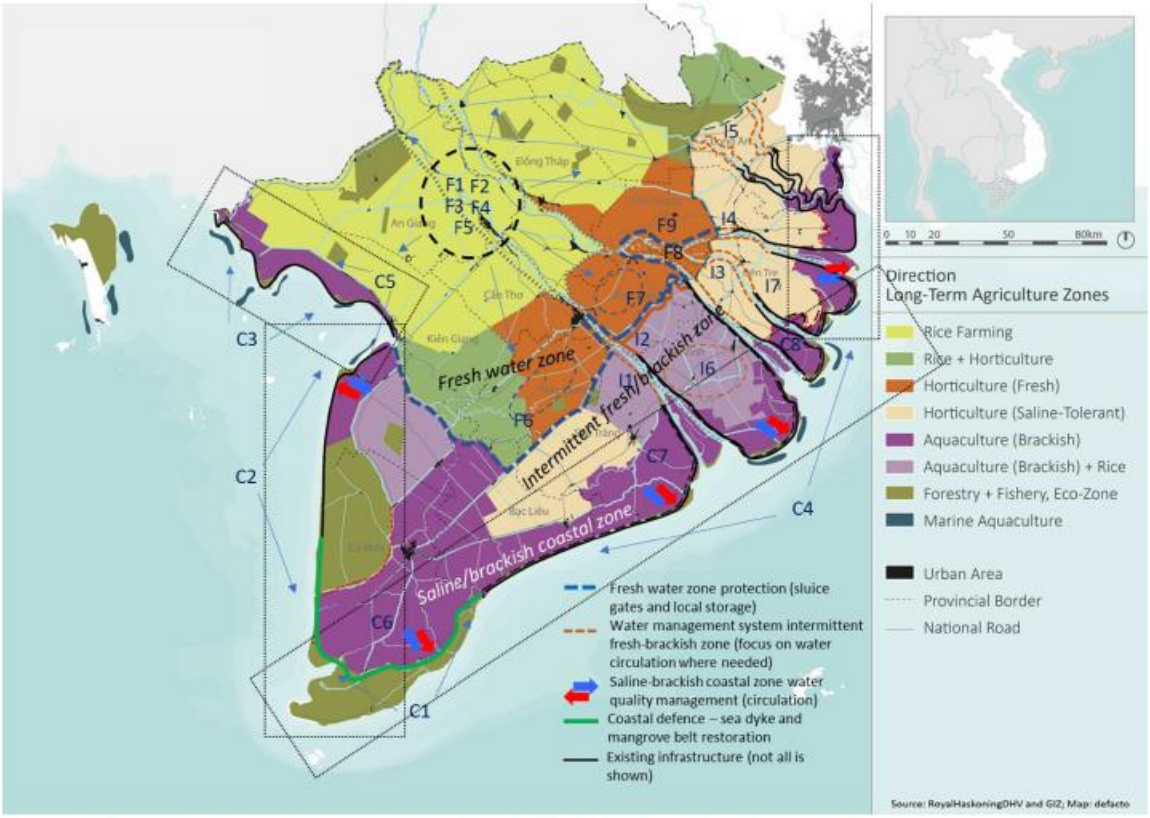
出典：Minderhoud, P. S. J.,ら(2020)

図 6.3.17　3 つの地下水利用シナリオにおけるメコンデルタにおける将来的な海抜の予測

6.3.4　諸外国による協力の経緯

メコンデルタに対する協力の枠組みとしては、世銀及びドイツ大使館が中心となって形成されたドナー間連携のプラットフォームである Mekong Delta Forum があり、他にも ADB、オーストラリア政府、国連機関、GIZ、IUCN、オランダ政府、及び日本政府等が参加している。この中でも特にオランダ政府は 1970 年代、90 年代、と大規模な水資源政策の改定に携わっており、2013 年に策定されたデルタプランはベトナム政府のデルタ開発に係る Resolution 120 の決議によってベトナム政府の農業及び水資源政策に大きな影響を与えた。現在、世銀出資による Mekong Delta Integrated Climate Resilience and Sustainable Livelihoods Project のサブプロジェクトとして Mekong delta integrated plan を MPI が主要なカウンターパートとなって策定中であり、塩水遡上や気候変動の影響を考慮した今後の開発の方向性を示している（図 6.3.18 参照）。この内容はベトナム政府や関連機関に限らず、多くのドナーにと

って今後の開発協力のロードマップとなる事が期待される一方で、一部ベトナム側のアクターからはコメントが提出されており[179]、最終化に向けて更に議論が進められるものと推測される。



出典：Mekong Delta Integrated Region Plan, p32 (version 14 July 2020)

図 6.3.18　メコンデルタにおける土地利用及び水管理システム整備の方向性

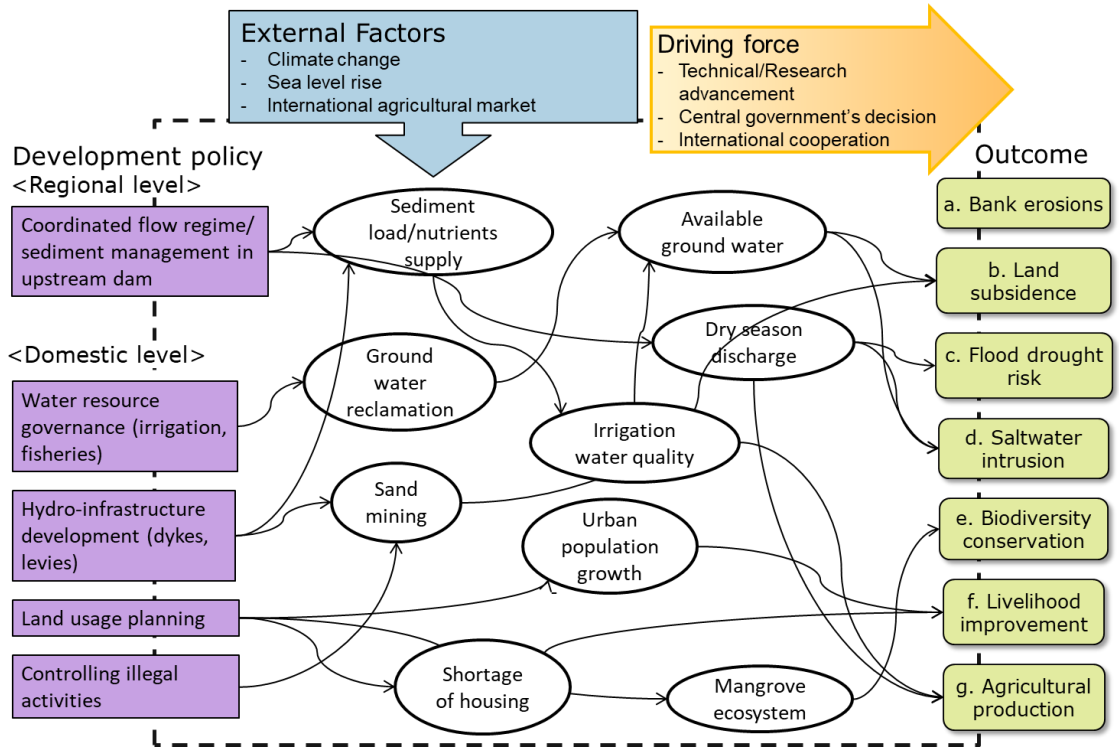
その他のドナーの協力プログラムとして、ADB は GMS Flood and Drought Risk Management and Mitigation Project のサブプロジェクトとしてメコンデルタ地域の水路の整備事業や政策対話、マングローブ林保全のための技術協力等を実施している。また、GIZ/KfW、AusAID が共同で、マングローブによる護岸プロジェクト等を実施している。

[179] 2021 年 7 月 9 日実施、SIWRR へのヒアリングによる。

6.4 課題分析と必要な対応

6.4.1 課題に対する要因分析

図 6.4.1 にメコンデルタにおける課題と要因の分析図、また表 6.4.1 にメコンデルタで顕在化している課題とその現状分析結果を示す。



出典：調査団

図 6.4.1 課題と要因の相関図

表 6.4.1 メコンデルタで顕在化している課題とその現状分析結果

課題	既知の事柄	未知の事項や疑問	あるべき姿と対応を要する事項
土砂供給の減少(河岸・海岸浸食)	● 本川・支川ダム群により、メコンデルタへの土砂供給が著しく阻害されるとの定量的な評価がなされている ● メコンデルタから3S流域は地理的に近く、土砂の供給源になっている。Lower Sekong2 の影響は大きいと推定されている。 ● メコンデルタ内部での土砂動態はモデル化が進み、評価が進展している。河岸・海岸浸食の発生個所のインベントリー作成が進んでいる。 ● リモートセンシングを用いたモニタリング手法の開発が進んでいる。 ● 護岸、河岸浸食対策はなされているが、十分ではない。	● モデル作成時の不足データによる結果への精度は不明である。 ● 河川からの砂利採取のモニタリングがなされていない。 ● メコンデルタ内の河道全体でのリモートセンシングを活用したモニタリングはまだなされていない。	● ダムからの土砂放流量を増やし、自然流況に近い土砂供給・土砂動態の保持することが望ましい。 ● 3S 流域の土砂供給を定量的に評価し、メコンへの土砂供給源を確保する。 ● 護岸、河岸浸食対策の実施。 ● 資産保護のための流路の固定化は、河川規模を考慮すると難しいため、土地利用計画などでの適応策が必要。

課題	既知の事柄	未知の事項や疑問	あるべき姿と対応を要する事項
氾濫原農業の適地の減少	● メコンデルタの各課題からの影響の定量的な評価が進んでいる。 ● 今後、メコンデルタにおける農業は著しい成長を遂げるとは予測されていない。 ● 単一作物による農業よりも複数作物の組み合わせによる方が気候変動等の影響に対して耐性があり、収入の向上も期待できる。	● 洪水による栄養塩の供給の効果 ● 農業用の揚水量がモニタリングできていない。 ● 組み合わせによる農業を行うためにはある程度まとまった面積の農地が必要であり、初期投資も必要である。	● 農業に脆弱な地域の将来土地利用計画を検討する。 ● 農業用水と水産用淡水の水利用のバランスを検討する。既存の水利権を十分考慮に入れた適切な水利用計画を立てる。
淡水魚漁獲高の減少と汽水・海水魚養殖による環境影響	＜淡水魚＞ ● ダムの建設による土砂供給の減少は淡水魚の減少に寄与するものと予測される ＜汽水・海水魚＞ ● エビの養殖は塩水及び汽水を活用し、収入の向上につながるため、近年増加している。 ● 過剰な肥料の投入により水質汚染源となり得る。	● 淡水魚の漁獲高とエビ等の沿岸部漁業の漁獲高の経年推移データが得られていない(関連省庁への聞取りが未実施のため) ● 疫病の予防や飼料の最適な投入量等、持続可能な養殖手法は確立されていない。 ● 河川の流況の変化が沿岸部の漁業に与える影響はほとんど研究されていない	● 周囲の環境に悪影響を与えない形で市場価値の高い魚種の養殖を行うための技術開発を検討する。
塩水遡上の進行による多角的な影響	● 塩水遡上は年々深刻になってきている。 ● 海面上昇により塩水遡上が深刻化する可能性がある。 ● 渇水時には、流量の減少から塩水遡上が深刻となる。ただし、近年は乾季流量が上昇している。	● 海面上昇と乾季流量増加に対して、塩水遡上への寄与度が不明である。 ● 地下水揚水の規制整備がすすまないのはなぜか。	● 樋門・ゲートによる塩水遡上の防止・制御 ● 過剰揚水の規制を進める ● 流量と海面上昇のそれぞれの塩水遡上への影響を分析し、どちらへの対策が有効的であるかを分析する。
支流上流域での水力開発・ダム運用	● 本川ダムによる河川の連続性の分断の影響は大きい。 ● ダムの貯水容量と流量の関係から、メコンデルタにおける流量への影響は限定的である。 ● 個別の支川ダムのメコンデルタへの影響については、詳細に分析されていない。 ● 水力のポテンシャルは少なく、水力事業の裨益は得られてない	● 本川ダムの個々の影響度合いまでは、詳細な検討がなされているか不明。 ● 計画段階の支川ダムが多くあり、将来予測でも不確定要素が多い。 ● 個別の支川ダムの影響度合いは不明	● 個別のダムの有無によるケーススタディを実施。詳細なモデル化で本川ダムの影響を推定することができる。

課題	既知の事柄	未知の事項や疑問	あるべき姿と対応を要する事項
洪水（治水）	● Council Study 及び既往の研究などを通して、現在および将来の影響等に対する定量的な評価が進展している ● 洪水の有無による、経済便益などもモデル化されている ● 近年、洪水の頻度・被害は減少傾向にある。 ● 上流からの雨量・放流量データの共有が進みつつあり、洪水予報・予警報に有益である。	● 近年は渇水が顕著であるが、気候変動による洪水規模増大のリスクも存在している。 ● メコン流域の現在のモデリングには限界があり、モデル化への入力データの不足・欠如による結果への精度は不明である。	● 洪水被害が減少していることは流域の経済にとって有益である。しかしながら、洪水氾濫による栄養塩の供給や生態系への攪乱の影響がなくなることは負の要素である。 ● 精度の高い解析技術の導入により、事象の細部まで明らかにする。
流況(渇水含む)	● 上流ダム群による流量調整により乾季の低水流量の増加が見込まれる ● 近年は稀にみる渇水が頻発し、期間が長期化している ● メコンデルタ沿岸部では淡水が不足している。	● 近年の渇水における見解は、MRC や関連組織によって異なる。 ● 各ダムの貯水池運用規則が不明である。 ● 渇水年における上下流国の水資源の公平な分配ルールの策定(費用便益の分配)方法が不明である。	● 渇水に関する評価を議論する場があると、各国の相互理解が進むと考えらえる。 ● 渇水時における上下流国の水資源の公平な分配ルールの策定 ● 淡水不足地域への水供給
地盤沈下	● 地盤沈下のメカニズムと原因は特定している。 ● 実測及びリモートセンシングを用いたモニタリングがなされている。	● 原因である民間農業への過剰揚水の用水量がモニタリングできていない。	● 沈下量の減少または沈下を食い止める。過剰揚水の抑制を促進できるよう規制を整備する。
<各セクターに横断的な課題>			
データの共有	● 各国で水文資料の共有の重要性に対する理解が進んでいる。 ● MRC、イニシアチブ他による働きかけで、水文資料を共有する基盤ができつつある。	● MRC や各省で公開されているデータを実務者が使用するデータの差異があるか不明である。 ● データ共有に関する声明などはあるものの具体的なデータは不明である。	● 国の安全保障に影響を及ぼさない程度で最大限のデータ共有がなされることが望ましい。

出典：調査団

6.4.2 BDS 2021-2030 の戦略分野と優先アクション

前節に整理したメコンデルタにおける課題は地域的な要因によるものと流域的な要因によるものが混在している。流域全体として優先すべきアクションについて Basin Development Strategy (2021-2030)に掲げられた 5 つの戦略分野と、2030 年までになすべき行動の概要を抽出し、メコンデルタと関連性が高い成果・貢献を同表に整理し、流域全体の視点で優先的に取り組むべき課題と求められる成果を表 6.4.2 に整理した。

表 6.4.2　BDS で掲げる優先アクションと成果・貢献

戦略分野	優先アクション	BDS が規定している成果・貢献
環境	メコン河流域の生態系機能を良好に維持する。	● 適切な流量及び水質管理 ● 土砂輸送管理 ● エコシステムの強化
社会	水及び関連資源の包括的な利用とアクセスを可能にさせる。	● 食料と水、エネルギーの安全保障 ● 雇用の増加と貧困撲滅
経済	水及び関連セクターの最適かつ持続可能な開発の強化	● すべての流域国の経済成長 ● 成長及び持続可能な開発の強化
気候変動	気候リスク、甚大な洪水、渇水被害に対するレジリエンスを強化する	● 洪水渇水に対する流域共同体の情報及び準備 ● 水資源開発及び気候変動リスクに対する災害管理及び適応力強化
協力	すべての流域国と利害関係者の協力を強化する。	● 1995 年メコン協定の効果的な実施のための MRC の強化 ● 流域管理のための相互努力と連携強化

出典：BDS 2021-2030, MRC

6.4.3　諸外国による協力の方向性

(1)　流域レベルでの協力

- GIZ：Integrated Coastal Management Programme (2011-2018)で、フィージビリティ調査により、海岸保護事業として、今後計 EUR 110 million 規模の事業実施可能性が調査された。
- 世銀：Joint Transboundary Action Plan として、2S 流域を対象にプロジェクトを実施している。

表 6.4.3　Joint Transboundary Action Plan におけるアクションプラン

分類	アクションプラン
戦略と方針	2S 流域とメコンデルタの水関連問題に対する政府高官レベルの共同理解
戦略、方針、計画策定	A. 2S 流域及びメコンデルタにおける国境付近の持続可能な水資源開発ための協力体制の強化に関わる VNMC と CNMC 間の MOU の改訂
	B. 2S 流域及びメコンデルタの国境付近の省レベルの定期的な会議支援
技術支援	C. 科学的な意思決定プロセスを支援するための合同水資源専門家グループの設立
	D. 2S 流域とメコンデルタにおける持続可能な水資源開発を支援するためのデータの共有
運用システム	E. 水資源の公平性及び効率的な活用を支援することを目的とした 2S 流域における共同運用システムとメコンデルタにおける用水管理システムの改善
	F. 大規模渇水・洪水に対する公共の緊急対策計画の改善
	G. 水資源問題及び管理に関する国民への啓発活動

出典：Joint Transboundary Action Plan in the Sesan and Srepok River Basin and the Mekong Delta of Cambodia and Vietnam

本プロジェクトは政策レベルから実務レベルまでをカバーしている点やベトナム・カンボジアの 2 か国間の合意や協力をとつけている事など本調査での提案と共通する内容が多い。また、本調査でも重要課題としている 3S 流域を対象としていることから、将来案件の形成の際には協力内容の重複等が無いように留意する必要がある。

- ADB：Greater Mekong Subregion Flood and Drought Risk Management and Mitigation(2012-2021) ラオス、カンボジアを対象として洪水・渇水対策の能力強化を支援している。

(2) メコンデルタにおける協力

メコンデルタに対する諸外国の協力は、WB 及び GIZ(ドイツ大使館も含む)がホストとなって“Mekong Delta Working Group”と称されるドナー会合を定期的に開催しながら非常に活発に行われている。主だった協力の内容は以下のとおり。

- 世銀：Mekong Integrated Water Resources Management Project としてモニタリングの能力強化を 2019 年まで実施(一部流域レベルのプログラムを含む)。ドナー会合のホストも務める。
- GIZ：Mekong Delta Climate Resilience Program(2019-2025)でデルタ 8 省における水資源管理の気候変動に対する強靭性の強化を支援している。他にも、ドナー会合のホスト、マングローブの保全等を実施している。
- オランダ大使館 : Mekong Delta Plan(2013)の策定をはじめ、政策レベルでの水資源管理能力強化及びデルタにおける気候変動の緩和・適応能力向上に向けた支援を行っている。

第 7 章　メコン河流域の主要課題とグランドデザイン

7.1　流域の主要課題

第 6 章までの検討結果を踏まえ、メコン河流域の水資源管理に係るダム建設とその運用との関連性から下記に示す通り 3 つの大課題（流況、土砂、便益）の下に、7 つの主要課題を抽出した。メコン河流域の課題を広い視点から捉えると、ネクサス（Energy-Water-Food）や水資源関連の SDGs への貢献等、グローバルな問題も関連するが、ここでは本調査の目的に配慮し、ダム建設とその運用が関与する問題に焦点を当て課題を特定した。

(1) 流況改善（生態系、渇水、洪水への影響）
- 河道の分断による生態系への影響
- 渇水及び洪水の被害増加
- メコンデルタにおける塩水遡上の長期化と広域化

(2) 流送土砂の管理強化
- 河岸浸食・海岸浸食の被害拡大
- 水質悪化による生態系への影響

(3) 便益の不均衡是正
- 被影響住民の生計へのインパクト増加
- 便益配分における不公平性

7.2　メコン河流域の主要ダムおよび３S 流域の現状

メコン河流域の主要なダムの位置及びカスケードダム開発が進む主要な支川流域を図 7.2.1 に示す。また、メコン河支川で建設中を含めた既設水力発電ダムの基数の国別内訳は表 7.2.1 の通りである。

表 7.2.1　メコン河支流の水力開発（既設・建設中）

国名	既設及び建設中の水力ダム基数
Lao PDR	58 (25)*
Viet Nam	15 (1)
Thailand	7 (0)
Cambodia	2 (1)
合計	82 (27)

*注：”()”内の数は、ダム基数の内建設中のダムの数を示す。

出典：MRC, “The MRC Hydropower Mitigation Guidelines, Guidelines for Hydropower Environmental Impact Mitigation and Risk Management in the Lower Mekong Mainstream and Tributaries, MRC Technical Guideline Series, Vol.1” 2019
（調査団編集）

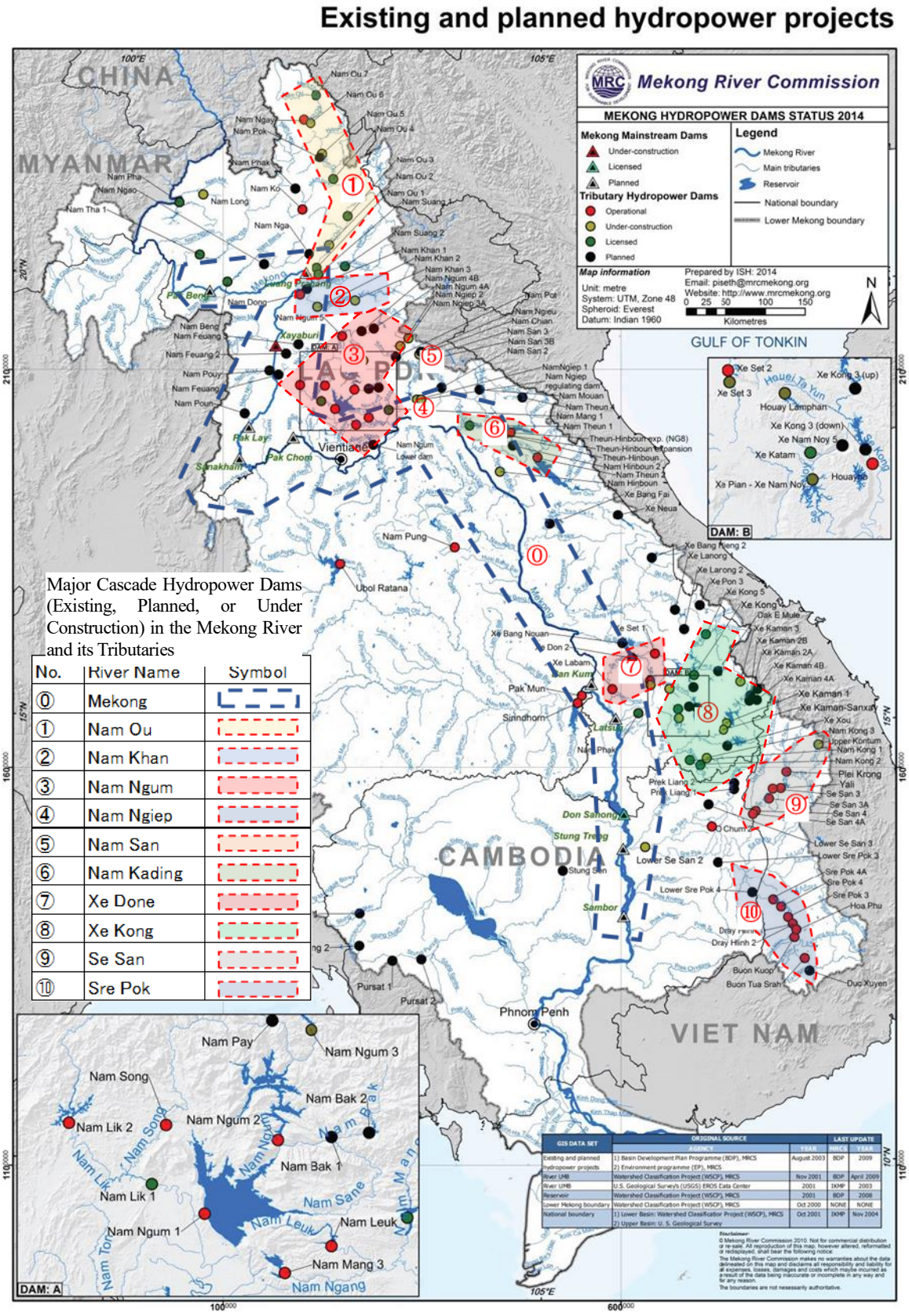
支川流域の中でも流域面積の規模が大きく、ダムの基数も多く本川への累積的な影響が大きいと見られる流域は 3S 流域（Sekong、Sesan、Srepok）である。メコン河全体から見ても、ラオス・ベトナム・カンボジア 3 国にとっても非常に重要な支川流域にもかかわらず、特別な配慮と連携が図られないままばらばらに開発が進められ、本川の流況変化への影響や過去に行われた環境影響評価や調査の

情報が更新されず、有効に活用されていない。それらの情報を共有し、議論するプラットフォームとしての役割を MRC が担っているが、支川であるがために、建前上、その管理は基本的に各国 NMC と関係機関に委ねられており、流域全体から見た政策や計画の調整が困難な状況が続いている。しかし、ダムの建設・運用に伴う越境環境社会影響上の負のインパクトの軽減は、3 ヶ国にとっても共通の便益に繋がり重要な意味を持っている。以下、3S 流域の現状について説明する。

Sekong、Sesan、Srepok 川流域は、3S 流域と呼ばれ、その流域面積規模や水力開発のポテンシャル、及びラオス・カンボジア・ベトナムの 3 国の領土にまたがることから、メコン河流域の中でも、越境水資源管理上、極めて重要な支流域と認識されている。1980 年代から水力ダム開発が進み、すでに数多くのダムが建設され、また今後も建設が予定されている。Sesan 川及び Srepok 川では、両者が合流後本川合流点より約 20km 上流のカンボジア領内に Lower Sesan 2 ダム（設備容量 400MW）が 2018 年にすでに完成している。従って、Sekong 川流域は、土砂供給や生態系維持のために、構造物の影響を受けずメコン河本川と自由な流路でつながる最後の主要支川として、その機能維持が注目されてきた。しかし、Sekong 川本流のカンボジア国境付近で Sekong Downstream A ダムが IPP により建設が開始されている（図 7.2.2 参照）。本ダムが完成するとメコン本川との連続性が絶たれ、下流への土砂移動や生態系（特に魚類の回遊路確保）に大きな影響が及ぶことが懸念される。これらの現状を踏まえた上で、近年の渇水現象も勘案し、3S 流域の流況の変化や土砂移動がもたらす、メコン河本川やトンレサップ湖、メコンデルタに対する影響及びその寄与度を総合的に評価することが求められている（参照：本報告書 3.1.5 節）。

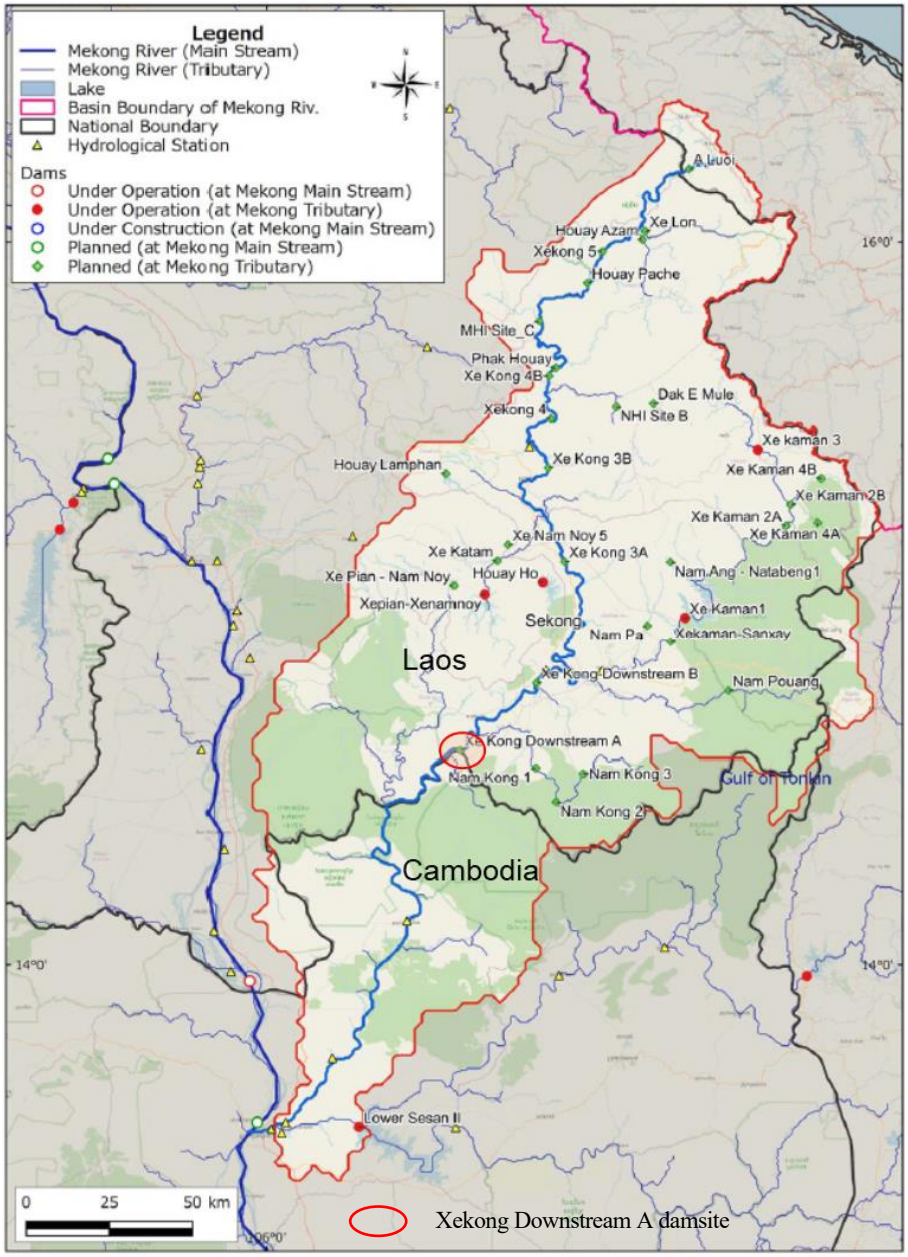
Sekong 川流域の支川、Xepian 川・Xenamnoy 川に建設中だった Xepian-Xenamnoy Dam で、2018 年 7 月 23 日、その補助ダム（Saddle dam）が集中豪雨の影響で決壊し、甚大な被害が発生した[180]。約 50 億 m^3 の水が大量の土砂とともに Xepian 川に流出した。これを契機に、ラオスではダムの安全管理体制・関連規準の見直しが必要とされ、2019 年から 2020 年にかけて世銀が支援を実施した。

[180] 被災地のサナームサイ郡（アタプー県）で、被害を受けたのは 13 村でそのうち 6 村が甚大な被害を受けた。死者 40 名、行方不明者 66 名、587 世帯・3,060 人が家を失ったと報告されている。
https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%BB%E3%83%BC%E3%83%94%E3%82%A2%E3%83%B3%E3%83%BB%E3%82%BB%E3%83%BC%E3%83%8A%E3%83%A0%E3%83%8E%E3%82%A4%E3%83%80%E3%83%A0%E6%B1%BA%E5%A3%8A%E4%BA%8B%E6%95%85



出典：The MRC Hydropower Mitigation Guideline をもとに調査団が編集

図 7.2.1　メコン河本川および支川の主要カスケードダム



出典：調査団

図 7.2.2　Sekong 川流域ダム地点位置

7.3　主要課題の内容

7.3.1　河道の分断による生態系への影響

リスク要因：

ダム建設による河道の連続性の損失が魚の産卵・生育・回遊環境を大きく変化させ、個体数の減少に大きく関与していると懸念されている（特に回遊性の魚種）。本川カスケードダム建設によりかなりの河道区間が貯水池化され湛水する。メコン河流域の水力発電ダムの多くがラオス国内に設置されており、水力発電ダムは、ダムの設置、水力発電の運用によって、自然環境上および社会環境上多大な影響を流域に及ぼす（図 7.2.1 参照）。さらに、このような水力発電ダムが上流から下流にかけてカス

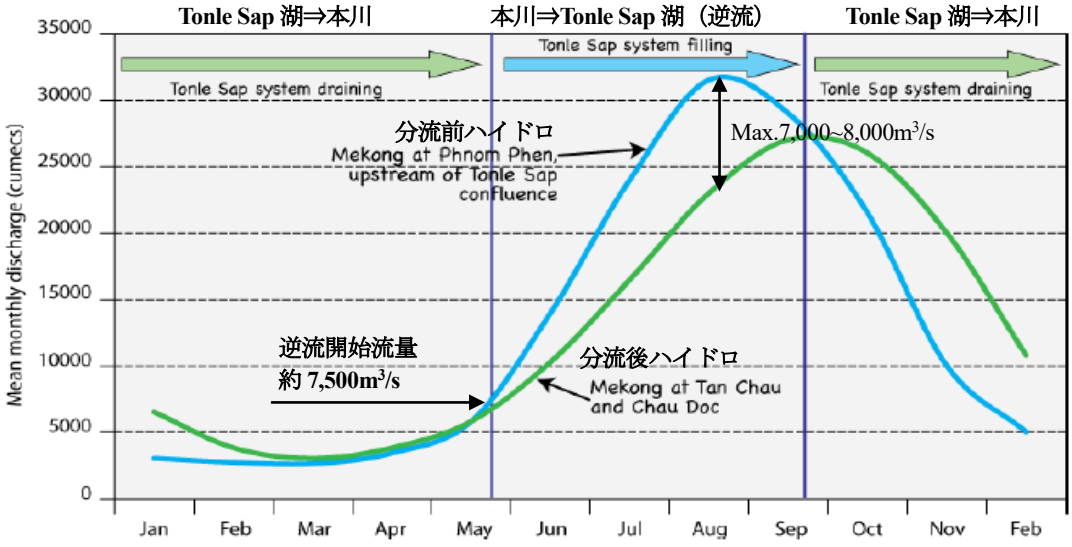
ケード形式で設置されることにより、土砂移動の阻害や、河川の生態系の分断、流況の変更等様々な影響をもたらす。特に、下流域に位置するトンレサップ湖への本川からの逆流現象は、湖周辺の自然環境や漁業に依存する地域住民にとって重要な要素である。

河道の分断によるリスク要因は以下の通り整理される。

- 短期及び季節的な流況の変化（本川・支川）とそれに伴う生態系への影響
- トンレサップ湖の逆流現象（洪水パルス）の変化と周辺地域への影響

課題の内容：

- 上流でのダム建設・運用による流況（量・タイミング）の変化、河道の遮断に伴う魚類に与える影響（回遊、生育、産卵、等）が著しく、漁獲量に深刻な影響が出ている。特に、移動種の遮断は現在の水力発電の設計では軽減できず、本川カスケードダム全体（11 ダム）の実施により、大幅に減少すると予測されている。また、氾濫原（浸水林など）のハビタットに変化が生じている。メコン河流域の湿地帯は、生物多様性の重要なホットスポットであり、かつ地域の経済、社会、文化の面で重要な役割を担っている。それらは、深刻な状態に曝されており、徐々に劣化しまたは完全に喪失されつつある。
- トンレサップ湖への逆流現象を健全化するため、影響緩和が必要である。そのために、望ましい流況（雨季・乾季）及び確保すべき流量の規模を明確にする必要がある。そのための高精度の流出シミュレーションが求められる。逆流発生の条件については、プノンペンにおける本流との合流点で、雨季に本川流量が最低でも約 7,500m^3/s 以上（近似値）が必要であることが過去の水文データからおおよそ分かっている。図 7.3.1 に分流前の本川の流量ハイドログラフとトンレサップ湖への流入ハイドログラフを示す。



出典：MRC, PMFM Comprehensive Information Report, April 2018

図 7.3.1 トンレサップ湖上下流の月平均流量の比較（Phnom Penh と Tan Chau 観測所）

7.3.2 渇水及び洪水の被害増加

リスク要因：

メコン河下流域では、2019 年雨季から 2020 年の雨季にかけて、極端な河川水位低下に見舞われた。この現象は、雨季開始時期（2020 年 5 月～7 月）の下流域における少雨と一部の上流 Lancang カスケードダム群における貯留が組み合わされて発生したものと考えられている。

また洪水に関しては、Council Study によると表 7.3.1 に示す通り、例えばカンボジアの Stung Treng では、年平均洪水流量では比較的小さな伸びにとどまるが（46,734/43,622=1.07: +7%）、年最大流量を見ると+12%（=62,351/69,770）となり、洪水ピーク流量に代表される極端事象のリスクが、流域内で今後さらに増幅することが懸念されている。

表 7.3.1 本川主要観測所における年平均洪水流量と年最大ピーク流量のシナリオごとの推定値

Scenario	Annual Flood	Chiang Saen	Luang Prabab	Nong Khai	Mukdahan	Pakse	Stung Treng
EDS	Mean	9,651	15,902	19,282	31,382	38,183	45,843
M2	Mean	9,158	14,932	18,069	29,808	36,713	43,588
M3 (NoCC	Mean	9,158	13,879	17,372	28,972	36,463	43,622
M3 (CC)	Mean	10,252	15,439	20,356	31,800	39,683	46,734
EDS	Max	13,668	24,882	25,434	38,042	48,119	62,581
M2	Max	12,312	24,559	25,183	37,221	47,814	61,466
M3 (NoCC	Max	12,315	20,697	21,295	36,395	45,569	62,351
M3 (CC)	Max	21,913	27,419	44,696	51,515	60,997	69,770

出典：”MRC Council Study, Climate Change Report, Climate Change Impacts for Council Study Sectors, Draft Final Report V2.1, December 2017, P28”

このようにダム運用による流況変化および気候変動の影響を受け、渇水・洪水発生の頻度増加と程度の激甚化が予想され、その影響は、特にトンレサップ湖周辺及びメコンデルタ地域で懸念されている。

以上の現況分析から以下のリスク要因が指摘できる。

- ダムの存在により渇水問題がさらに悪化している可能性がある。つまり、一般的にはダムの存在は、乾季の低水量を増加させるが、渇水時には水を確保するため貯留を優先することにより下流の低水流量が減少するリスクがある。
- 洪水については、外力の増大に伴い、特に沿川沿いの都市部における適切な洪水防御計画の欠如や堤防や護岸等の基幹構造物の不足（適応策）などがリスク要因として考えられる。
- ダム運用ルールの改善により洪水流量の一時貯留を行ない洪水ピーク流量を低減し、下流の洪水被害の軽減が望まれる。また、それができないことがリスク要因となる。

課題の内容：

- 渇水時における低水流量の減少の問題は、その緩和策の一つとして、ダム及び貯水池の運用ルールの改善が求められる。渇水の程度によっては、複数のダムの連携操作による下流への放流など、渇水リスクの回避も考慮する必要がある。雨季の初期にダムによる貯水の影響によって、

下流の流量増加が通年より遅れることになり、低水流量の確保が課題となる。

- MRC は、Drought Management Strategy for the Lower Mekong River Basin 2020-2025 を作成し MRC のホームページに公開済みである。ここでは、流域国ごとの渇水リスクを定義し、責任分担（各国政府機関）と影響緩和のためのアクション及び協力のメカニズム（モニタリング指標を含む）等を規定している。この規定の遵守と必要アクションの実践が課題である。
- 気候変動による異常洪水の発生頻度の増加に対しては、既設ダム・貯水池への洪水調節の機能付加、水路の一部を洪水流の一時貯留に使用するなど、総合的な治水技術の適用が必要である。また、特に氾濫予想区域の住民に対しては、緊急避難のための早期警報システムの導入により情報共有が確実に行われ、避難行動に繋げる事が課題としてある。
- 気候変動に対する適応策の確実な実施のためには、洪水予測精度の向上や上流国との水文データ、ダム関連情報（貯水池水や放流量、ゲートの開度、など）の共有のさらなる強化が求められる。

7.3.3 メコンデルタにおける塩水遡上の長期化と広域化

メコンデルタでは、上流のダム建設・運用による流況の変化と海面上昇の影響によって塩水遡上が頻発するようになっており、発生した際の長期化・広域化が深刻である。また、淡水を得るために地下水が過剰に揚水される結果、更なる塩水遡上が誘発され、農業用水のみならず生活用水の確保にも影響を及ぼしている。

課題の内容：

- 近年は渇水頻度が上昇し、かつ継続期間が長期化しており、その被害は年々深刻化している。特に、渇水時には流量の減少から塩水遡上が深刻となる。
- メコンデルタ沿岸部では淡水が不足している。
- 塩水遡上の影響の程度は、メコンデルタの中でも Camau 半島で最も大きい。
- 水理モデルを利用したシミュレーションの結果によると、上流ダムにおける放流のタイミング及び水量を調整することで深刻な塩水遡上の発生は回避できる可能性が示唆されている。これに関連し、トンレサップ湖から（本川への）流出量の変動と塩水遡上の関連性についても、有効な対策を見出すために、さらなる詳細な調査・解析が求められる。
- 既存の水門の運用や土地利用・耕作作物の見直し等による塩水遡上の影響緩和策も検討の余地がある。

7.3.4 河岸浸食・海岸浸食の被害拡大

リスク要因：

Council Study の M3 シナリオ（2040 年）では、2007 年当時と比べ、河口まで到達する土砂量は 3%まで減少すると予想されている。BDS 2030 のベースラインシナリオにおける流砂量の極端な減少は、中国の Lancang 川に建設された水力発電ダムと、下流の支川のダムの貯水池により土砂が捕捉されることが主な原因である。浮遊砂はダムを通過するが砂・砂利の掃流砂は全て貯水池で捕捉される。貯水池における堆砂は Pak Beng ダムが最も顕著であると想定されている。

課題の内容：

- 下流域への土砂供給量の減少により、河床・河岸の安定のための護岸工事費が経済的に大きな負担になることが将来的に予測されている。
- 河道内の不法で過剰な砂利採取が河岸の安定を損なう一因となっているが、モニタリングがなされていない。
- 3S 流域は、支流域の中でも土砂供給量が大きく、下流域に位置するためトンレサップ湖やメコンデルタへの土砂移動距離も他の支流域よりも短く（参照：図 3.2.3）、流砂量の定量的な評価を行い、下流域への土砂供給源として保全する必要性がある。
- 流域全体の土砂動態は推定の域を出ていない。実態を把握するために、土砂観測体制の整備、並びに河道地形・粒度分布等の現地情報をもとにした土砂管理計画策定が課題となっている。

7.3.5 水質悪化による生態系への影響

リスク要因：

流域の乱開発による未処理水の流入や流送土砂減少による濁度低下に伴うアオコの発生が頻発するようになっている。下流域の水質は、ダム貯水池内の水温上昇、および潜在的に高レベルのアオコ等の藻類の排出によって影響を受ける可能性がある。また、ダム湖の富栄養化や冷却水問題などがある。

また、窒素・リンなどの栄養塩は土壌粒子に吸着した懸濁態の形で移動する画分が大きいため、土砂の減少によって栄養塩の動態にどの程度の影響が出るか懸念されているが、詳細はまだわかっていない。上流のダム開発による土砂及び栄養塩の供給低減によりハビタットへの影響（濁度の低下）や魚類の餌となるプランクトンに変化が生じている。排水中の栄養塩レベルは、堆積物の捕捉によってこれまで氾濫原などの農業に供給されてきた栄養塩の供給が減少して、農業の減収や不足分を肥料によって補う必要が出てくる可能性がある。

課題の内容：

- 水質の悪化により、湿原への植生への影響、魚類及び漁業、水生生物バイオマスへの影響が深刻化している。

- 既存ダムにおける土砂フラッシングによって下流の水質が一時的に悪化し、生態系に影響を及ぼす可能性があるため、フラッシングを実施する際は、前後の水質モニタリングが必要となる。一方で、下流域では河川環境の改善にもつながる可能性もあり両面からの影響評価が求められる。
- 土砂のモニタリングと同時に栄養塩のマスバランスに関する観測の継続が必要である（特に、トンレサップ湖)。

7.3.6 被影響住民の生計へのインパクト増加

リスク要因：

被影響住民への影響は事業計画段階では環境社会影響評価のプロセスにおいてその種類や程度、影響範囲が評価され、負の影響が予見される場合には回避、軽減もしくは緩和を図り、生計の維持もしくは向上を目的とした対応策を検討することとなっている。環境社会影響評価はダムが建設される国において整備されている法制度に従って実施され、事業者の負担で実施し、政府機関が実施状況を確認しながら進められる。また、被影響住民への補填費用の財源は、用地取得等の事業実施前に必要となる予算については政府負担、ダム供用後は売電収入の一部が移転集落の開発に充てられる事が多い。ただし、実態としては約束された補償費用が計画通り支払われない、負の影響が適切に算定されずに生計の回復や向上には不十分等によるリスクがある。

課題の内容：

- 補償に関する課題　：　法制度の整備の問題として被影響住民が所有する土地に対して平均的な年収の数倍として算定されるが、移転先で同じ収量を得るまで回復するには不十分となる。また、自給的作物は経済的損失として算定されず、数量的に把握されないといった課題がある。
- 被影響住民が少数民族やマイノリティである場合、特に正当な補償が困難となる。
- 職業適性上の課題：農業や漁業で生計を立てていた被影響住民が代替地にて同一の手段で生計を立てられるとは限らず、生計向上の課題となるケースが多い。
- 被影響住民の事業に対する理解促進や計画段階、移転計画や支援プログラムの策定、支援プログラムの実施に対して被影響住民の意見が反映される機会が与えられない。表現の自由が確保されていない国や地域においては、住民参加や苦情申立ての仕組みがあっても形骸化している場合も多い。

7.3.7 便益配分における不公平性

リスク要因

負の影響が予見されるダム開発行為に対して、流域全体での取り決めや制度整備はなされておらず、制度作りに向けた流域各国政府の動きもあまり見られない現状がある。さらに、ダム開発によって生

態系の連続性が分断され、流域全体でのダイナミックな水流や土砂の移動が遮断され、ダムの運用によって水位が平滑化されることにより、これまで得られていた生態系サービス（豊富な魚、氾濫原農業に必要な栄養塩の供給など）が得られなくなっている。MRC の分析結果[181]によるとダム建設は農業・漁業に甚大な負の影響を与え、特にカンボジアとベトナムは電力開発で得られる利益以上の経済的損失を被るものと試算されている。

課題の内容：

- ダムの建設、運用による便益は建設業者やダム事業者、電力事業者、電力の利用者が得て、負の影響を受けるのはダム周辺及び下流部の生態系や住民であり、越境影響も含まれるため利害構造が複雑である。
- 多国間、異なるセクター間の便益の再配分には関係するアクターが多く関係者間の意見調整や合意形成を図ることは極めて困難である。また、国によってはメコン流域が限定された一地域であり、中央政府の積極的、優先的な関与が期待できない場合もある。
- 気候変動による影響等のダム以外の要素が関係する度合いが大きいため、ダム事業による便益と負の影響の客観的かつ定量的評価が困難である。
- 便益配分の問題が紛糾すれば事業に大きな影響を及ぼす可能性があるが、事業リスクを判断するのに必要な環境・社会・ガバナンス(ESG)についての情報が提供されないまま投資判断・契約・合意がされている。投資を巡る国際環境は急速に変化しており、投資家のレピュテーションリスクを回避するためにも、投資家としても便益配分の問題にどう取り組むかが問われている。

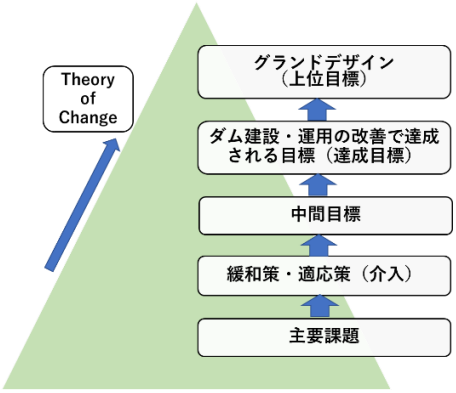
7.4 メコン河流域のグランドデザインと達成目標

7.4.1 達成目標に向けた活動手順

インセプション段階で設定したメコン河流域の将来のあるべき姿を、調査の最終段階で再度、前節に示した主要課題に照らし、「メコン河流域の自然環境が保全され、すべての流域住民が生活の豊かさを実感できる社会の実現」と再定義した。これを流域のグランドデザイン（上位目標）として位置づける。ただし、これはダム建設・運用に関する諸施策の他、エネルギー・産業経済政策や総合的な生態系・流域保全政策が実現して初めて到達できるかなり先の長期目標と言える。一方、本調査の目的は、環境社会に配慮したダム建設・運用が可能となるための水資源管理上の協力方向性を示す、ことである。従って、グランドデザインのもとに、本調査で提案する協力の実施によって到達可能な目標として「流域国の協力のもとダム建設・運用の改善による環境社会影響に配慮した水資源管理が行われるようになること」（ダム建設・運用の改善によって達成される目標:「達成目標」と呼ぶ）を設定し、そのために必要な協力方針案を検討することとした。

[181] MRC, Council Study, Social-Economic Impact Assessment, Final, 2015

この達成目標の実現のため、主要課題の解決のための目指すべき中間目標（途中成果）を設定し、緩和策・適応策（介入）を検討する際に、セオリーオブチェンジ（Theory of Change）の考え方を参考とした。図 7.4.1 にそのイメージ図を示す。



出典：調査団　　注意：正確な論理構成を示すものではない。

図 7.4.1　Theory of Change のイメージ図

達成目標の実現に向けて必要となるすべての対策は流域国が実施するため、流域国は膨大な支援を必要としているが、それを我が国だけで提供できるわけではない。従って、技術面で我が国の優位性を示せる優先度の高い協力項目の選択が求められる。しかし、広大なメコン河流域では、これまで見てきたとおり相互の開発インパクトは複雑に絡み合い、期待した通りの投入量に見合う効果が表れにくい。このため、目標達成に必要な協力案件の形成に当たっては、政府やドナーによるコレクティブ（集合的）なインパクト（効果）も含めて、事業概要や実施体制を検討する。特定した主要課題に対して、現状とあるべき姿のギャップを埋めるため緩和策・適応策を検討し、原因究明、合意形成、事業促進および人材育成の 4 つのアプローチの下に案件群をグルーピングし、協力案件の候補として概略の実施工程とともに検討した。その検討結果はまとめて第 8 章に示す。

7.4.2　達成目標のイメージ

第 6 章までの検討を踏まえて、メコン河流域のダム建設・運用の改善によって達成される「より良い水資源管理」（目標達成後）の具体的な姿を以下の通りと考えた。

(1)　　信頼性の高い水文・気象情報の蓄積と共有

上流 Lancang 川を含む流域のすべての水文・気象観測所のデータ及び主要水資源インフラ施設の情報とその地点のリアルタイムの水文・気象情報が、1 年 365 日を通じてすべての流域国で共有され、緊急時（渇水時や洪水時）は上下流国が連携したアクションをとれる組織・協力体制が整う。そのための手順やガイドラインが整備され、影響を軽減するための実際の経験を通じて、教訓が流域各国・関係機関間で共有される。

(2)　　ダム・貯水池の運用ルール改善による持続可能な水資源利用

流域の生態系に大きな影響を及ぼす本川・支川（3S 流域や Nam Ou などの主要支川）の既存ダム群に関しては、ダム運用ルールを改善することによって環境への悪影響を低減することが可能となる。

特に、総合的な土砂管理計画の策定・実施によりダム下流への土砂供給量の減少が緩和され、かつ持続的な水資源利用のため、ダム・貯水池等の長命化・維持管理のための長期計画が立案され実行に移される。また、ほとんどのダムが発電専用目的ではあるものの、その他の側面（洪水防御、灌漑、上水供給、舟運など）への影響や便益も考慮して運用され、基幹インフラとしての効用の最適化が図られる。

(3) 環境・社会・ガバナンスに配慮した開発の促進

新規ダムの建設においては、流域全体を視野にいれて生物多様性の維持（保護区の見直しや新規設定を含む）と環境保全が計画段階から考慮され、代替案の検討と緩和対策（特に、流況及び河道の連続性確保）、地域社会への便益還元のプロセスがきちんと織り込まれた持続可能な開発計画のみが実行に移される。この経験の蓄積により、関連機関の計画策定能力や組織体制が強化される。調査・計画段階においては、ESG や SDGs のメカニズムが有効に働き、環境社会配慮に消極的なファンド・事業者は市場のメカニズムと NGO 等の監視により排除される。

(4) 学識有識者・実務者のネットワークの構築

流域各国の研究者による共同研究や共同調査により、生態系や水文・水理データの蓄積が進み、より精度の高い科学的知見が共有され、その成果は水資源計画の最適化や環境社会影響評価に有効に活用される。また、それらの活動を通じて、水資源に関わる各国間の外交・信頼関係が改善、強化され、より有効で効率的なメコン河の水資源管理が実現し、国際河川管理のモデルケースとして流域国間の紛争に直面する他河川流域に解決へのヒントを提供する。

(5) 開発便益の被影響住民に対する均衡配分

開発による便益が、特定の機関や団体に集まり、留まることなく、地域の人々に還元され生活の質の向上につながるメカニズムが構築され、確実に実行される。逆に、負の影響をどうしても避けられない場合は、影響が予見される住民に対する補償や支援内容が実態に見合うよう計画され、参加型プロセスを経て合意の上で実行される。

(6) 広範なマルチステークホルダーが参加できるプラットフォーム（議論のステージ）の形成

エネルギー政策の一翼を担う水力開発やダム建設が民間主導に移る過程で資金の流れは複雑化し、それに伴いステークホルダーの顔ぶれも幅が広がり大きく変貌している。この変化に対応するため、対策実施に向けた有効なプラットフォームが形成され、そこでの議論や情報共有、技術啓発を通じて、鍵となるマルチステークホルダーの行動変容が実現し、環境社会配慮が広く浸透する。さらに、越境環境社会影響について、形成されたプラットフォーム上でマルチステークホルダーにより対策が議論され、流域国間の信頼醸成が促進される。

7.5 達成目標へ到達するためのロードマップの検討

7.5.1 検討手順

本節では、7 つの主要課題を包摂する 3 つの大課題（流況改善、流送土砂の管理強化、便益の不均衡是正）について達成目標へ到達するためのロードマップを検討して Theory of Change を示した。目標到達までの段階的なレベルアップをイメージし､時系列的な以下の３段階のアプローチを考慮して、我が国の協力について検討を進めた。

(1) 原因と結果の明確化と意思決定のための情報整備
(2) 合意形成とそれに基づく行動変容の推進
(3) 具体的な緩和策と適応策の促進

ただし、各段階に明確な切れ目があるわけではなく、実際は並列して進行していくと考えられ、以下のロードマップ図上ではそのオーバーラップ部分を破線で示した。上記３段階のアプローチについては、8.2.1 節で述べる。

7.5.2 流況改善（生態系、渇水、洪水への影響）のためのロードマップ

(1) ロードマップの説明

メコン河流域では、流況の変化による生態系に対する負の影響はまだよくわかっていない。従って、まずは、ダム運用の実態や負の影響の因果関係に関する科学的知見を流域国間で共有し、問題の深刻さを早期に認識する必要がある。つまり、様々な気象・水利用シナリオについて、降雨パターンや流出条件、ダムでの貯留、下流への放流、下流での取水条件を勘案し流況シミュレーションを行い、流況の変化によって生態系や住民の生活がそれによってどのような影響を受けているかを明確にすること、そしてダムの様々なオペレーションのシナリオについて、流況がどのように変化するか、そして望ましい流況を確保するためにどのようなダム運用が考えられるか検討し、その結果を関係者で共有する。ここでは既存のダムに加えて将来のダムについてもシナリオを設定し、流況変化の予測が必要となる。そのためには精度の高い流況シミュレーションモデルや地形情報としての DEM の開発、適用が必要となる。一方、特に、大容量を有する支川の水力発電用ダムが過去の顕著な渇水・洪水発生時にどのような運用が行われ、下流域に恩恵を与えたか、あるいは被害を増大させたか、ダムごとの特性を把握、評価し、関係者が正確な情報を共有する事がまず必要となる。そこでも流況シミュレーションモデルが必要となる（⇒意思決定のための情報整備）。

一方で、検討結果を議論できる場（プラットフォーム）の提供も重要である。MRC の SOBR（The State of Basin Report）や The MRC Hydropower Mitigation Guidelines などで示されている現状と緩和策の適用例、最新の研究成果などが流域国の実務者に周知されることが重要である。

ダムの運用ルールの改善を実現するには、望ましい流況とこれを達成するためのダム運用について、関係政府期間、ダム管理者、融資者、売電会社等の関係者間で、下流域の生態系に配慮したダム放流

の重要性・有効性について合意形成できるかが分かれ目になり、行動変容を促すための鍵となる（⇒合意形成と行動変容の促進）。改善効果が大きいダム・貯水池を選択する事（放流施設の能力や発電方式も検討が必要）が重要だが、できるだけ初期段階のハードルを低くするために現行の運用ルール開示が可能で協力を得やすいダムを選択する事が肝要となる。例えば、3S 流域からの流出とトンレサップ湖の逆流現象との関連性をシミュレーション解析で確認するとともに、同流域のダムの運用ルール改善の寄与度の評価が必要である。また、単独の融資者が進めるラオス北部の Nam Ou 川流域のダム群も候補として検討に値する。まずは単独ダムでの運用ルール改善を目指し、継続的な上下流の環境モニタリングを通じてその改善効果を確認し、徐々に連携運用（カスケードダム群）に拡張していく方策が考えられる（⇒緩和策・適応策の実施）。しかし、科学的な見地から、改善の効果が実証されるまでには相当な年月と投入が必要と予想されるため、実施体制や資金調達に関して関係者間の合意形成が求められる。同様な改善が行われるダム数が徐々に増加し、結果的に生態系の回復が見られる河道区間が増加するなどの個別目標への到達を目指す。

一方、気候変動等による渇水時や洪水時における下流の流況変化は、ダム・貯水池の運用次第で正のインパクトを持たせることができる。渇水時には、ダムからの放流により下流の水位・流量低下を緩和でき、洪水時は一時的な貯留により洪水ピーク流量を抑える事ができる。ただし、水力専用ダムが多いため放流能力（渇水時の放流能力や洪水調整能力等）を確認の上、貯水池の容量配分変更、費用分担に関する合意形成が前提となる。また、防災の視点から、特に沿川の人口集積度の高い都市部では、洪水予警報システムの開発、導入も重要である。ソフト対策・ハード対策両面の効果を評価し、それら対策の妥当性の検討が求められる。流況改善のためのロードマップを図 7.5.1 に示す。

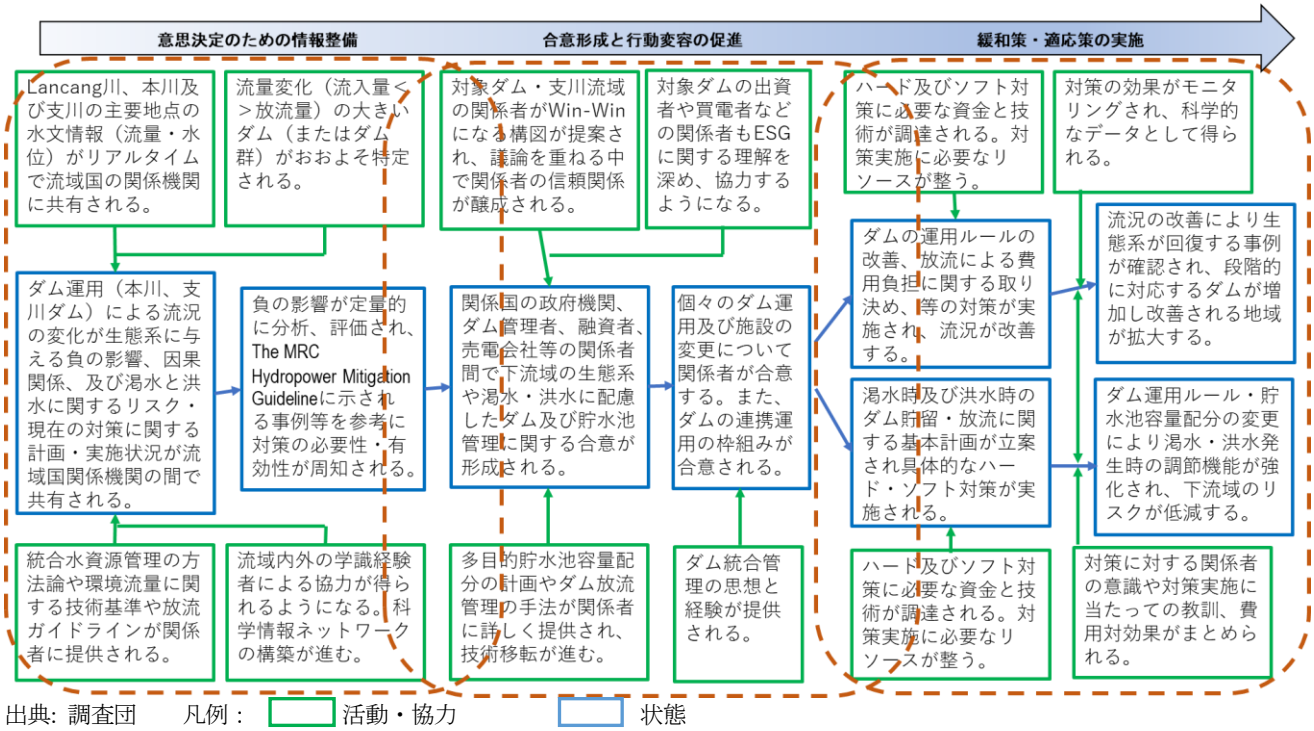


図 7.5.1　改善（生態系、渇水、洪水への影響）のためのロードマップ

(2) ロードマップ実現に向けた協力

流域内のダム開発や気候変動による流況（流量・タイミング）の変化に伴う氾濫原（浸水林など）の生態系の変化（ハビタットの影響や魚類の回遊トリガーの変化など）については、MRC も Council Study の Bio-resources Assessment (BioRA) 等を通じて、流域国間で情報共有を進めてきた。また、国際的な支援としては、世銀グループが民間の水力開発事業者向けに、環境流量に関するハンドブックを作成し、公開している[182]。ここでは、持続可能な開発の視点から、水力開発プロジェクトに環境流量を論理的にどう定義づけるかを提案しケーススタディが掲載されている。しかし、ハンドブックでは環境流量を設定するための具体的な方法論や実施面の要求事項などには触れていない。一方、我が国には、流況（流量変動）と河川環境の維持形成に関する研究や実証例などの蓄積があり、ガイドラインや技術基準などに基づく適用事例も豊富にあり、相互に補完できる協力を進められる可能性がある。このように、我が国を含めた内外の学識経験者や行政担当者が協力し、広く最新の技術情報を共有する支援が有効と考えられる。そのためのプラットフォーム構築も同時に必要となる。

また、数多くのステークホルダー間の合意形成を促していくためには統合水資源管理の理念の実践が必要である。この分野でも世銀が中心となって流域国に対して支援を実施してきたが。その経験を改善に向けた実際の活動に反映していくための協力の継続が求められる。この統合水資源管理のプロセスの実践は、水資源分野の JICA グローバル・アジェンダのクラスターの一つとして設定されており、我が国は、開発途上国の水資源管理に係る政府機関の技術者や専門家など（メコン河流域国を含む）に対し継続的な技術支援および研修活動を展開している。短期的には技術支援、長期的には研修プログラムを通じた知見や教訓の共有は、C/P や研修生を通じてメコン河流域にも有効に還元され、人材育成に貢献する我が国の顔の見える支援として期待される。

また、渇水・洪水対策の一つとしてダム運用の改善、調整機能の強化が既存インフラの有効利用及び気候変動リスク軽減の点からも有効である。このために貯水池管理やダム管理技術、放流施設の増強などを含むダム再生技術、魚道の計画・設計技術、等の浸透・普及に向けた実践的な協力が求められる。これらハード・ソフト両分野においても我が国のインフラ技術の海外展開に伴う各種施策のもとで協力を推進することが可能である。

7.5.3 流送土砂の管理強化のためのロードマップ

(1) ロードマップの説明

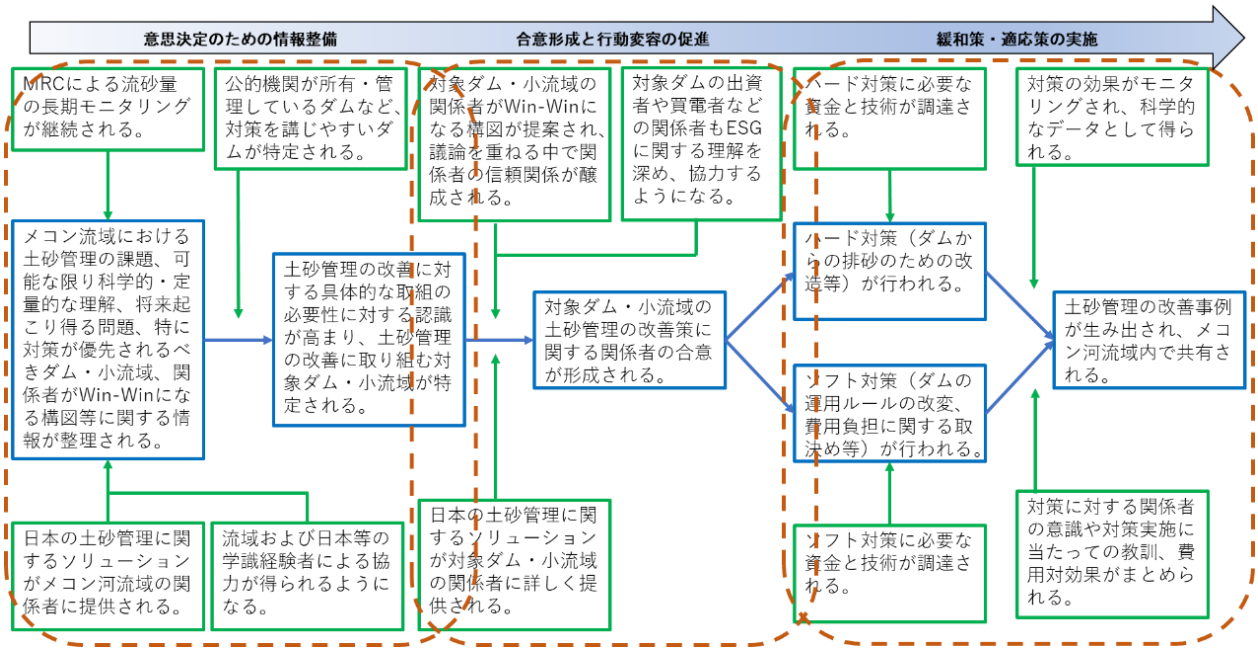
Lancang 川及び支川におけるダム開発によるメコン河の流送土砂減少については深刻な問題であり、すでに MRC の Council Study や各種のガイドライン及び関連する研究文献等で、将来想定される開発シナリオに基づいて懸念される負の影響について警告が発せられている。それによれば、計画通り本川のカスケードダムが建設された場合、2040 年には 2007 年当時と比べて、メコン河河口への到達土

[182] “Environmental Flows for Hydropower Projects, Guidance for the Private Sector in Emerging Markets”, World Bank Group, 2018

砂量は 3%にまで減少する。土砂管理の重要性は、一定程度総論として関係者間で共有されてはいるものの、具体的にどの流域、河道区間で最も状況が深刻なのか（と想定されるか）、土砂管理計画や管理目標値はどうするか、対策をどこから講じるべきなのか、その議論が流域国間ではほとんど進んでいないようである。従ってまず、対応策実施の意思決定を促すため、土砂管理に係る科学的・定量的な情報（ダム堆砂量、流送土砂量、河床・河岸の土砂粒度分布、掃流力等）の収集・整理と共有が必要である（⇒意思決定のための情報共有）。

それらの基本情報の共有が進み、流域の土砂管理の改善に対する理解が関係者間に浸透すれば、総合的な土砂管理計画の策定や具体的な対策実施の必要性についての認識が高まるものと考えられる。これらの調査や検討を通じ、実際に計画策定の対象となるダム・小流域が特定され、関係者間で土砂管理の改善策に関する合意形成が進むものと期待される。ただし、メコン河流域のダム開発及びその後の運用のほとんどが独立系発電事業者（IPP）主導で進んでいる現実を見ると、この合意形成は容易ではない。従って、技術面の支援とともに対策実施に向けた組織体制や資金調達、便益配分、環境社会影響に関する具体的な検討も合意形成と行動変容を促進する上で非常に重要となる。前節の「流況の改善」でも指摘した通り対策実施の協力を得やすいダムから優先的に検討を進めるべきである（⇒合意形成と行動変容の促進）。

その後、対策実施が優先されるダムでは排砂を促すための機能改善・高度化（水位低下用放流設備や排砂設備、排砂バイパス、浚渫等）といったハード対策やダム運用ルールの改善（フラッシング：洪水時に貯水池の底部に流入する比較的土砂濃度の高い流水を放流することで土砂をダム下流へ放流する、等）を含むソフト対策の実施に向けた調査・計画策定が求められる。このように流域内で土砂管理上の対策が、パイロット的に一つでも実現し効果が実証され、その経験や教訓が流域各国で共有されれば、流域内の総合土砂管理に向けた様々な展開を加速し、改善目標の達成に向けた原動力になることが期待できる（⇒緩和策・適応策の実施）。流送土砂の管理強化のためのロードマップを図 7.5.2 に示す。



出典:調査団　凡例：活動・協力　状態

図 7.5.2　流送土砂の管理強化のためのロードマップ

(2)　ロードマップの実現に向けた協力

我が国には、流砂系という概念があり、それに基づく総合土砂管理の思想がある。つまり、流域の源頭部から海岸までを一環した土砂の運動領域（流砂系）と捉え、土砂移動に関する課題に対して、流域砂防・ダム・河川・海岸の個別領域の対策にとどまらず、流砂系を一貫して、土砂の生産抑制、流出の調節等の必要な対策を講じ、解決を図ることが総合土砂管理である。

この考え方をメコン河に適用するとした場合、如何に情報量のギャップを克服し、合意形成を経て有効な管理計画を策定し、実施まで導くかが鍵となる。流域におけるダム開発の速さを考慮すると、課題解決に向けて 10～20 年先の長期的展望を持ちつつ、5～10 年後にはロードマップに示すようなハード対策を完成させるようなタイムスパンを考え、協力を推進すべきである。現実的には多くの困難が伴うと予想されるが、多数の関係者間の理解・認識共有を促し、行動変容を実現し、取り組みを実行に移していくべきである。

一方で、総合土砂管理計画の策定は、最初から理想像としての計画策定を目指すのではなく、総合土砂管理の取り組みの進捗・関係者間の認識共有の段階に合わせて、例えば、理念や目標を定性的なものから定量的なものへ、計画の熟度（取り組み項目や取り組み内容の拡充）を段階的にあげていくというように、現時点の実状に即した身の丈にあった計画から、総合土砂管理の取り組みの進展に合わせて、順応的に計画を変更して、理想像に近づけていくことが重要となる。その基本理念に立てば、流域の現状に基づき、段階的な改善目標を設定し、まずは初期の目標到達への意思決定・合意形成を目指すことが鍵である。我が国の総合土砂管理に関する一連の技術はメコン河流域でも十分に貢献できると思われる。

7.5.4 便益の不均衡是正のロードマップ

(1) ロードマップの説明

便益配分については、Council Study などで繰り返し指摘されているとおり、ダム事業によって移転や生計手段の喪失などの直接的な不利益を被る住民に関わる問題に加えて、ダムに関わる意思決定の結果、本来公共性の高い河川の利用において大きな便益を受けるセクター（電力など）と大きな不利益を被るセクター（漁業など）ができるなど、セクターレベルの均衡性にも問題がある。また電力事業者や投資家などの直接的な裨益者の多くは海外におり、さらに影響は国境を越えて下流に広く及ぶため、国レベルの法制度では不均衡を充分是正できないことも問題である。このようなことから MRC では 2012 年頃から便益の不均衡是正のための検討を進めてきたが、未だに道筋は見えていないのが実状である。不均衡性を是正するには既得権益の見直しや、将来のダム事業への影響も考慮する必要があり、問題解決には時間がかかるが、問題解決を先延ばししないためにも、早急に対応を進める必要がある。

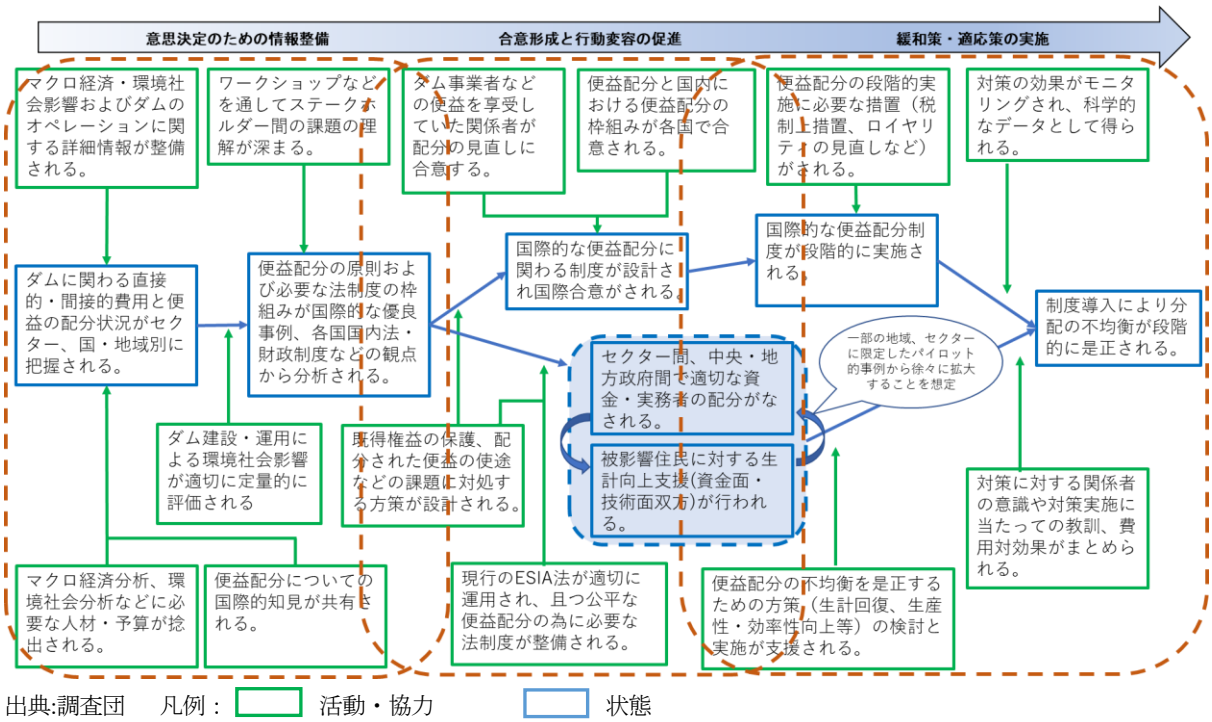
この議論を進めるためには、まず可能な限り被害額（例、河岸・海岸浸食の対策費、生計喪失や自給的生活から現金収入が必要な生活に転換することに係わる費用、代替タンパク源の確保のための費用、栄養塩供給による肥料による補填費用、その他）を含めた事業全体の直接的・間接的便益・費用を明確にし、可視化する必要がある。これについては Council Study でも取り組まれているが、事業者の負担しているコスト、買電先の便益、税金による利益の再分配状況なども含めた幅広い検討が望ましい。具体的な値について合意できなくても、様々な立場からの分析結果や、未公開情報の開示、専門家による推定値などが共有されるだけでも衡平性に関わる議論を進めるためには有益である。（⇒意思決定のための情報整備）

次に便益配分に関する原則や制度について、国際的な優良事例、流域各国の関連法制度、そして国家間で可能な合意の枠組みなどの視点から検討する。各国内の制度については MRC が検討を進めてきたが、既存の環境社会影響・土地収用などの補償制度の範囲、税制上の優遇措置や、財政上の様々な措置、そしてベトナムの森林環境サービス料金のような新しい取り組みの展開の可能性などを幅広く検討する必要がある。尚、この段階で、国際的な便益配分を考える必要がある部分と国内の便益配分で考慮する部分に分かれることが想定される。

次のステップでは前ステップにおける分析結果に基づいた国際的な便益配分の制度設計・合意、そして国内における制度変更・法制化が行われる。一度に便益配分を是正することは難しいと思えるため、例えば法制化の前にパイロット事業を行って実際の運用の課題を抽出する、段階的な導入をするなど柔軟な制度設計が望ましい。また還元される便益が不利益を被る関係者に確実に分配されるよう留意が必要である。（⇒合意形成と行動変容の促進）

そして制度運用により、不均衡が是正されるとともに、モニタリングが行われ、是正状況が確認されるのが最後のステップである。（⇒緩和策・適応策の実施）

便益の不均衡是正のためのロードマップを図 7.5.3 に示す。



出典:調査団　凡例：活動・協力　状態

図 7.5.3　便益の不均衡是正のためのロードマップ

(2)　ロードマップの実現のための協力

ダム事業に係る補償と便益配分の問題は各国の主権が関わることから慎重な対応が求められる。しかし流域国内および流域国間の様々な利害関係から流域国だけでこの問題を解決することは簡単ではなく、第三者の中立的なサポートは非常に有益と思われる。

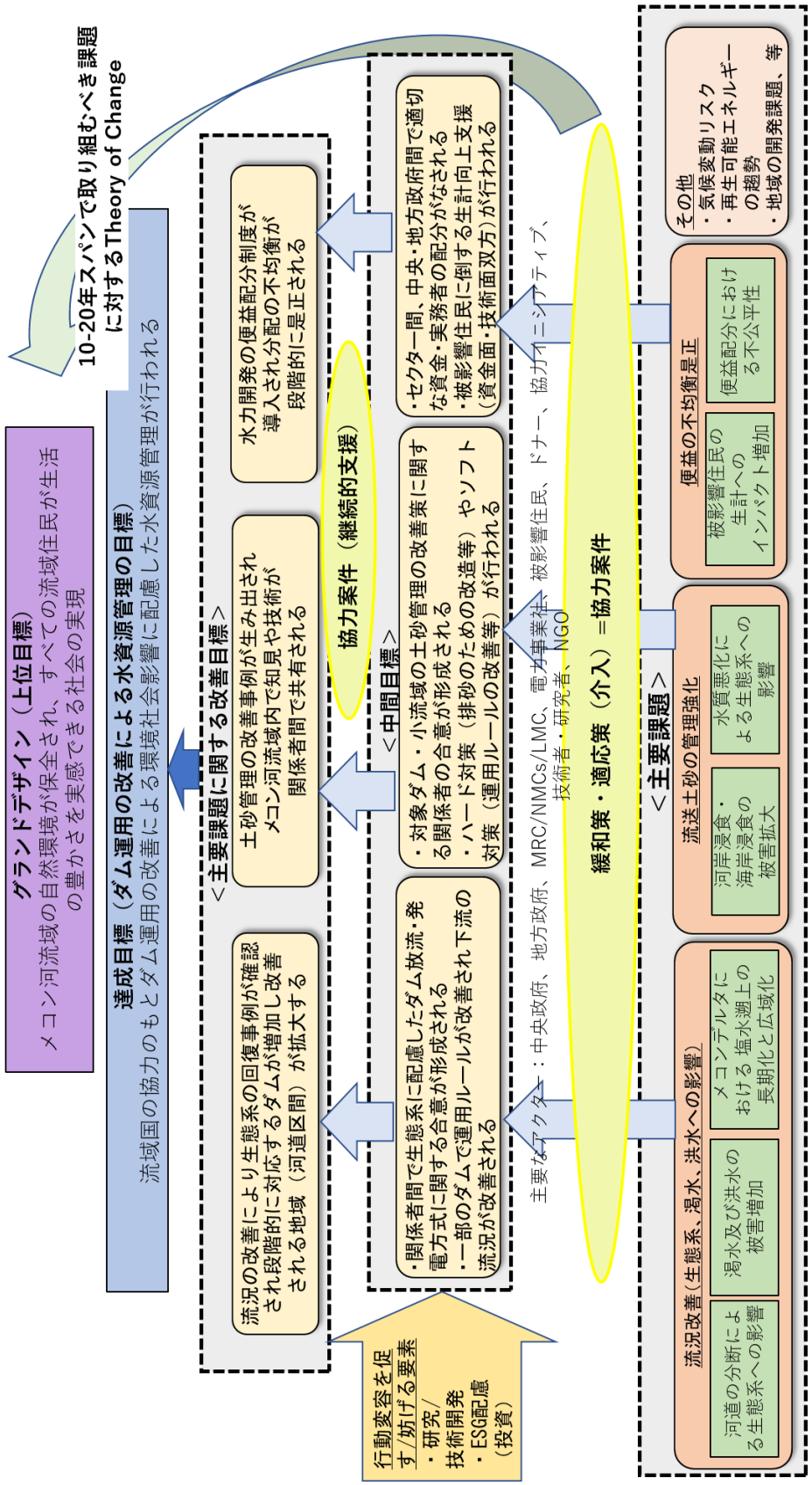
最初のステップの費用・便益の分析や次の法制度の分析のステップについては、全体的な調査の設計や経済分析の手法についてのアドバイス、被害評価に係わる支援、不完全な情報を補完する方法についての他国の情報の提供などが考えられる。また調査のための資金提供や、透明性が高く中立な結果公表の場の提供などについても、外部サポートが可能である。さらに海外研究者による独自の研究・推定などへのサポートや、「国際水路の非航行的利用条約」などへのサポートを通して、国際的なベストプラックティスの事例整備などを推進し、間接的に流域国をサポートすることが考えられる。

制度の法制化や国際的合意については、基本的には当事国内の関係者や当事国間で解決すべきであるが、当事国が海外からのサポートを期待した場合や、多国間の合意締結などで外部からのサポートが求められる場合は、法制度整備に関わるサポート（関連調査のための能力強化や資金的サポート）、国際法の専門家の派遣などが考えられる。制度運用の段階では、モニタリングや評価、情報公開などの活動に関する支援が考えられる。

7.6 達成目標およびグランドデザインに到達するためのプロセス

7.5 節では、7 つの主要課題を包摂する 3 つの大課題（流況改善、流送土砂の管理強化、便益の不均衡是正）に対して、Theory of Change（ToC）を意識したプロジェクト目標達成のためのロードマップを示した。これらロードマップの検討結果を総合して、達成目標およびグランドデザインに到達するためのプロセスを図 7.6.1 に示す。

尚、図 7.6.1 に示す緩和策・適応策（介入＝協力案件）は、主要課題の解決に必要なすべてのステークホルダーおよび支援機関による活動（流域国自身によるもの、開発パートナー及び我が国による支援、等）を企図している。全ての関係者の協働により、それらの介入が実施され達成目標に到達できると想定している。一方、我が国の協力に焦点を当てた検討結果は第 8 章で述べる。



出典:調査団

図 7.6.1　達成目標およびグランドデザインに到達するプロセス（Theory of Change）

第 8 章　メコン河流域の水資源管理に係る我が国の協力の方向性

8.1　我が国の協力の基本方針

8.1.1　協力の基本方針

第 7 章で議論したように、達成目標（ダム運用の改善によって達成される目標）を実現するためには、流域各国の自助努力をはじめ、様々な協力体制や開発パートナーの支援などによって、様々な課題を解決していく必要がある。我が国には水資源管理に関わる様々な技術や豊富な経験を持つ人材が存在し、我が国が協力することにより、7.4 節の 3 課題のロードマップに示したように、主要課題の解決および達成目標の実現に貢献できる。一方、我が国のリソースにも限りがあることから、メコン河流域の水資源管理の改善に我が国の資源を最大限有効に活用するための協力について、以下の４つの基本方針を設定した。

(1) 流域国および MRC 等の国際連携組織からの協力が得られる。（流域国の政策や MRC で合意している基本戦略に寄り添い、水資源管理に関する優先的な計画の実現を支援・促進する協力として合意を得やすいこと）

(2) 適正な水資源管理に越境影響を及ぼすインフラ施設および政策の改善に貢献する。（現象のリスク要因がダム運用（またはダム運用以外の要因をも含む複合的なもの）と関連しており、その運用改善が課題解決の可能性を秘めていること）

(3) 実質的な行動変容が見込める重要な課題の改善に貢献する協力である。（より大きな開発効果を得る観点から、短期～中期的に可能な限り実質的な効果が期待できる協力、中期～長期的に取り組む必要があるが効果の大きい重要な課題に対する調査・研究であること）

(4) 我が国が有する技術、経験、リソース等が適用可能である。
特に我が国が比較優位を持つ技術的ノウハウ、経験、リソースとしては、SATREPS を通じてトンレサップ湖についての理解が深まっていること、CaMa-Flood のような優れた水理解析モデリング（流況シミュレーション）の技術があること、堆砂対策やダムを運用しながらの改造（ダム再生）に関する知見・技術・実務経験の蓄積が秀でていること、ラオスでは電力 M/P の策定を支援していることなど、域内各国の行政機関と事業を通じた密接な関係を有していることが言える。メコン河流域に適用可能な我が国が有する技術・知見・経験をまとめて表 8.1.1 に示した。

具体的な案件の検討に際しては、特に上記（1）、(2)、(3) の方針を勘案し、また、方針(4)に該当する我が国の技術の適用を想定し、第 7 章で議論した 3 つの大課題（流況、土砂、便益）のロードマップを意識した。その結果、幅広く貢献できる協力案件（候補）として、8.2 節で全 17 案件を提案する。ただし、前述した通り、実施には種々の制約が付随するためこれらすべてを我が国主導の元で実施するのではなく、他の開発パートナーや先進国、及び流域国等の主導で並行して進めることで達成目標の実現を目指す。我が国が主導的立場で取り組み、問題解決に繋がる協力の推進が有効と見られる案件の組み合わせについては 8.4 節に述べる。

表 8.1.1　比較優位性のある水資源管理に関する日本の技術と知見

(a)　統合水資源管理の方法論（IWRM: Integrated Water Resources Management）

統合水資源管理は、水を計画的に管理することによって、生態系の持続可能性を損なうことなく、水の便益を衡平な方法で最大化することを目的としている。メコン河流域国では、IWRM の概念は一定程度浸透しているものと見られるが、その理念の実践による問題解決には利害関係者の合意形成が欠かせないため、実施面での継続的な支援が求められる。一方、我が国は数多くの開発途上国において IWRM に関する技術協力の豊富な経験を有する。そこで培われた現場での適用可能な方法論の開発実績やその実践にかかる協力を通じて得られた多くの有用な教訓を持ち合わせている。さらに、（独）国際協力機構は、課題別研修「統合水資源管理」を開講し、すでにメコン流域各国の政府関係者や水資源専門家に研修プログラムを提供し、人材育成にも貢献している。同機構は、IWRM を水資源分野のグローバルアジェンダの一つとして位置付け、さらなる積極的な展開を進めている。従って、特に、越境環境社会影響の緩和のため合意形成と行動変容を求められるメコン流域各国では、我が国の IWRM に関するリソースを有効に活用する事ができる。

(b)　ダム管理（貯水池運用、施設管理等）及びダム再生の関連技術

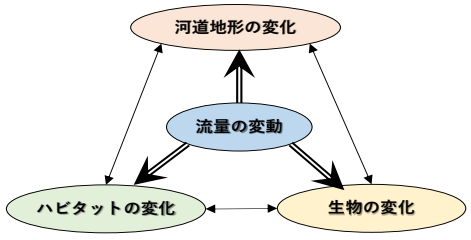
ダムの管理では、貯めておいた水を渇水時に放流・補給したり、洪水時に利水容量を減らして下流の被害を軽減したりする操作が必要である。このような操作を安全に円滑に行うには、普段から堤体の維持管理や貯水池内の堆砂の除去等を適切に行う必要があるが、技術の定着をはかるための支援が可能である。また、我が国には、既設ダムを有効活用するための様々な技術ある。特に既設ダムを運用しながら施設の長寿命や治水・利機能快復・向上を可能とする技術は、ダム再生技術として進化しつつあり適用可能性がある。

(c)　総合土砂管理計画理論と関連技術

メコン河流域では、主に水力ダム開発による河道の分断と貯水池化に伴う流送土砂の減少がすでに顕著となり、多くの問題を誘発している。BDS 2021-2030 & MRC SP 2021-2025 では、土砂管理計画の策定が活動の一つとしてリストアップされている。ここでは、我が国の総合土砂管理計画理論の適用、つまり流砂系（河川源頭～平野部～河口部）全体を対象とした土砂管理計画策定が有効である。我が国では、すでに相模川や天竜川等、多くの河川流域で計画が策定済みである。特に、メコン川流域ではダム堆砂の緩和、下流への土砂供給は喫緊の課題であり、段階的な数値目標設定に基づく計画のもとでの着実な対策実施が求められている。MRC の Hydropower Mitigation Guidelines では排砂のためのスルーシングなどの対策が述べられているが、実施に向けたな協力が継続的に必要で、我が国の土砂管理の関連技術が適用可能である。

(d)　流量変動と河川環境の維持に関する知見

河川流量の変動は河道地形を変化させ、そして河道の変化がハビタットを変化させる。ハビタットの変化はさらに生物を変化させる。流量変動が河道地形ばかりでなく直接ハビタットや生物も変化させる（参照：右図）。メコン河流域ではダムの運用により流況が変わり下流域の河川環境に影響が及んでいるが、そのメカニズムを分析し、対策を検討、評価する上で我が国の研究成果や調査実績、蓄積された知見・経験は有効に活用可能である。



出典：http://www.rfc.or.jp/pdf/vol_34/P_19.pdf
河川環境の維持・形成の基本的構造

(e)　渇水対策・調整に関する知見

メコン河流域では、渇水時のダムによる流水の過度な貯留が、下流域の異常な水位低下を引き起こし、取水（飲料水、灌漑用水等）や漁業、生態系に与える影響、メコンデルタにおける塩水遡上、地下水の塩水化、等、広範囲な越境環境社会境影響が問題となる。MRC が策定した Drought Management Guideline のさらなる有効活用や普及を支援するとともに、我が国における「渇水対策連絡協議会」等の運営経験（ステークホルダー間の調整や緊急時に必要な取決め、等）や渇水時の円滑な水利用の調整、関係者間の合意形成に関する知見や方法論が適用可能である。

(f)　洪水調節・被害軽減のための関連技術

メコン川流域では水力発電単目的ダムがそのほとんどを占めるため、ほとんどのダムは洪水調節容量を持たない。一方、我が国では、気候変動に伴う予想を超える豪雨の頻発に対応するため、利水ダムにおける事前放流による洪水調節容量の確保や季節的な貯水池容量配分の変更などの技術と経験、適応策実施の蓄積がある。また、我が国には、衛星画像解析による広域雨量のアンサンブル予測技術や AI による洪水流量の予測技術、高精度の流況シミュレーション技術（CaMa-Flood など）もある。一方、ダムに頼るのは限界があるため、資産や構造物への被害を深刻化させずに超過洪水を一時的に湛水させるなど、流域全体でハード対策とソフト対策を組わせて被害の軽減を謳る総合治水の理念はすでに普及し多くの事例がある。メコン河流域でも、これらの技術や知見・経験はダムの洪水調節機能向上や下流域の氾濫原管理（Tonle Sap 湖周辺なども含む）などにも適用可能である。

8.1.2 達成目標の実現に向けての目標年

メコン河の問題は非常に複雑で、我が国の協力が一定の成果を出せるようになるまではかなりの期間が必要である。一方、メコン河流域における水資源開発・管理および流域各国間の連携の状況は急速に変わって来ている。過去 10 年間の動きを見ても、ラオス国内の Xayaburi ダムや Don Sahong ダムが稼働開始したほか、ラオス国内の他の本流カスケードダムについての PNPCA が進められた一方で Sambor ダムの開発が今後 10 年間を目途に凍結された。また中国主導の LMC と MRC の連携の動きが進展している。さらに気候変動に関わるパリ協定が発効した他、ESG 投資・責任投資が主流化し、投資の視点から事業の持続可能性を判断するタクソノミーの議論も進展するなど、メコン河流域をとりまく環境も大きく変化してきている。従って、ある程度将来の方向性を見通せる時間軸を考え、MRC の BDS 実施（2021~2030）と同じ目標年次となる 2030 年を、達成目標の実現に係る協力案件の目標年と設定した。

8.2 協力案件（候補）の検討アプローチと位置づけ

8.2.1 協力案件（候補）の検討に当たっての４つのアプローチ

第 7 章で整理されたとおり、メコン河流域では、上流・中流・下流そして本流・支流のそれぞれの流域においてエネルギー、環境、社会、漁業など様々なセクターの課題があり、政策の改善、法制度整備から、計画策定、緩和策や適応策まで多くの活動が必要になっている。これまで様々な取り組みが行われてきているが、十分な情報が共有されない中での意思決定や硬直的な組織制度など多くの課題があり、効果的な対策が実施できないでいる。今、最も必要なことは、より望ましい水資源管理に向けた行動変容を促すことである。行動変容を実現するにはいくつかの重要なポイントがあるが、行動変容のきっかけとなる関心を持たせること、行動変容をコミットしなくてはならない状況を作ること、具体的な行動に移すための方法や手段を理解させ、実施を後押しすること、などが不可欠である。

これらを考慮すると、我が国の協力としては、①行動変容のきっかけを作るのに必要な情報を整備する、②具体的な行動変容をコミットメントする場を提供し行動変容を促す、③具体的な緩和策や適応策を促進する、そして④これらを実現していく人材を育成すること、が実現できる協力であることが望まれる。したがって、以下に示した４つのアプローチを重視することとした。

(1) 原因と結果の明確化と意思決定のための情報整備
(2) 合意形成とそれに基づく行動変容の推進
(3) 具体的な緩和策と適応策の促進
(4) 人材育成

8.2.2 協力案件（候補）のリストとその位置づけ

以上により、グランドデザインまたは達成目標を実現するための３つの大課題（流況、土砂、便益）に包摂された７つの主要課題群は、上記の４つのアプローチを通じて解決を目指す。協力すべき案件群については、8.1.1 節の協力の基本方針に述べたように、関係機関からの協力が得られ、適正な水資源管理政策の実現に貢献し、実質的な行動変容が見込める重要な課題の改善に貢献する協力であることを優先し、そこに我が国の優位性も加味して、それらの必要性を検討した。

提案した個々の案件の概要は次節以降で説明するが、それら案件のリストを以下に示した。これら 17 の提案案件は、３つの大課題と４つのアプローチのマトリックスで示すと、表 8.2.1 のように位置付けることができる。

(1) 原因と結果の明確化と意思決定のための情報整備

1-1 トンレサップ湖の環境情報整備による課題解決能力の強化

1-2 メコン河流域における持続可能な水資源管理に関わる政策提言研究

1-3 塩水遡上の原因分析と対策立案能力強化

1-4 生物多様性保全のための保護地区指定のための技術協力

1-5 責任投資を意識した既設ダムの環境社会配慮レーティング

1-6 学識経験者の科学情報ネットワークの設立・運営支援

(2) 合意形成とそれに基づく行動変容の推進

2-1 特定テーマによるワークショップ（シリーズ）の企画立案と開催

2-2 流域土砂管理計画マスタープランの策定

2-3 流域国による National Indicative Plans（NIPs） 策定・実施支援（所管する政府機関）

2-4 流域国間の電力融通及び適正な電源構成の調査

2-5 The MRC Hydropower Mitigation Guidelines の適用促進のためのワークショップ開催支援

(3) 具体的な緩和策と適応策の促進

3-1 渇水・洪水に関する対応能力強化と警報システムの開発

3-2 既設ダムの運用ルール改善による下流域の流況調整及び土砂供給能力強化

3-3 メコン河流域のための魚道計画・設計ガイドラインの作成

3-4 MRC SP 2021-2025 の活動促進と次期 SP 2026-2030 の策定支援

(4) 人材育成

4-1 越境水資源源管理に関わる課題別研修

4-2 人材育成奨学計画（JDS）制度を活用した人材育成

表 8.2.1 協力案件（候補）の位置づけ

大課題	アプローチ			
	情報整備	合意形成	適応策・緩和策	人材育成
流況改善	1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 1-5, 1-6	1-6 2-1, 2-3, 2-5	3-1, 3-2, 3-3, 3-4	2-1, 4-1, 4-2
流送土砂の管理強化	1-3, 1-4, 1-5, 1-6	1-6, 2-1, 2-2, 2-3, 2-5	3-2, 3-4	
便益の不均衡是正	1-2, 1-6	1-6, 2-1, 2-5	3-2, 3-3, 3-4	

出典:調査団

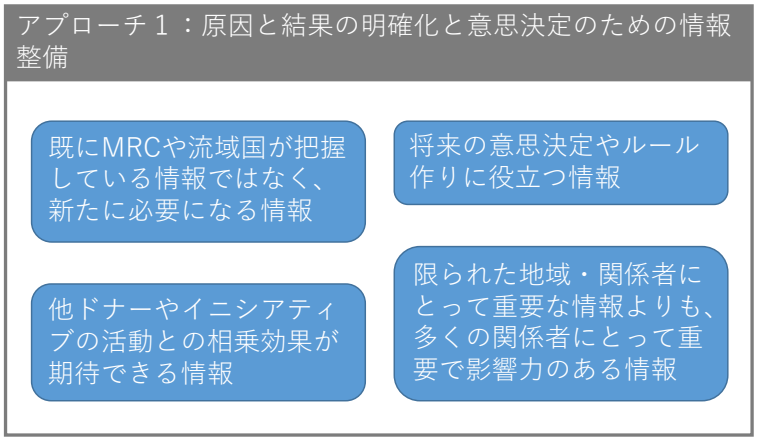
ただし、本調査においては、COVID-19 の世界的な蔓延に影響を受け、ウェブ上の会議で協議を行ったとはいえ、関係する様々な政府や機関との意見のすり合わせは不十分である。情報収集における情報の量と質においても、グランドデザインの Theory of Change や提案案件の内容などについても、意見交換が十分であるとは言えず、今後、引き続き協議を行い、検討を重ねていく必要があると認識している。特に、協力案件の実施促進に向けては、以下の調査・活動が必要であると考える。

- 協力方針および協力内容について、個別協議やワークショップなどを通じて、MRC 及び流域各国の NMCs や水資源関連機関との情報共有および意見交換が必要である。
- BDS 2021-2030 & MRC SP 2021-2025 の進捗や問題点を確認する。

8.3 協力案件（候補）の概要

8.3.1 原因と結果の明確化と意思決定のための情報整備

メコン河流域のダム群の環境社会影響については、MRC の Council Study、個々のダムの EIA、様々な学術研究、NGO などによる検討など、多くの情報があるが、ダムの建設・運用などが流域の環境・社会に及ぼす影響は非常に複雑であり、複数のダムの累積的影響や、ダムと他の要因（例、気候変動、都市化など）の複合的影響はほとんどわかっていない。このような中でダムの環境社会影響に関わる緩和策や適応策を検討し、今後の水資源管理に関する意思決定を推進するためには、情報が大幅に不足している。よってダムの環境社会影響に関する原因と結果を明確にするとともに、今後の意思決定に必要になる情報を整備することは、日本がメコン河流域で存在感を示すという視点から最も重要な方針の一つである。しかし情報整備には多額の予算と時間が必要になることから、図 8.3.1 の観点から対象とする情報を絞り、重要でインパクトの大きい情報整備を戦略的に行う。



出典：調査団

図 8.3.1　原因と結果の明確化と意思決定のための情報整備

以下に、原因と結果の明確化と意思決定のための情報整備のために提案した事業・活動を説明する。

表 8.3.1　原因と結果の明確化と意思決定のための情報整備のために提案した事業・活動

事業名	1-1 トンレサップ湖の環境情報整備による課題解決能力の強化
背景および選定した理由	トンレサップ湖はダム運用による流況の変化や河川の分断による魚類への影響などが推測されており、漁民や魚をタンパク源としている数百万人住民に影響が懸念されているが、十分な生態系情報がないため、将来影響を把握することができていない。また MRC では関係国のメコン河本流の季節別流量に関する要求事項（PMFM）の見直しを考えているが、PMFM を見直すにはトンレサップ湖の環境を保全できる流況（流量および季節変動やピークのタイミング）を決める必要があり、そのための情報が必要である。トンレサップに関わる PMFM は中下流域の多くのダムの運用ルールに関係してくる可能性があることから重要な情報である。
事業目的	トンレサップ湖の魚類、植生、哺乳類などの生息環境の総合調査とダム運用や気候変動による流況変化、土砂・栄養塩の動態、魚類の回遊への影響などに関わる予測、順応的管理に関わる能力強化と生態系保全に関する意思決定プロセスの強化及び課題解決に向けた活動支援
事業概要（活動のコンポーネント）	トンレサップ湖および周辺地域（トンレサップ川およびメコン河の一部）の生態系調査（3 年程度） 環境変化による生息域への影響の予測（ダムおよび気候変動などによる浸水パターンの変化と、それによる生態系影響（特に浸水林域など） 順応的管理に関わる能力強化（漁獲など）
期待される成果	トンレサップ湖の生態系の水位変動に対する反応などに関する情報。メコン河の流況に係る環境上の要求事項の明確化（逆流に関わる PMFM 再設定に関わる情報含む）、カンボジアのメコン河のダム運用・水資源管理に対する発言の根拠になる情報整備と課題解決
事業スキーム	SATREPS または技術協力プロジェクト
事業実施体制	カンボジア（トンレサップ庁、環境省、漁業局、その他）
前提/外部条件	専門家の確保が重要
事業実施に際しての留意点	SATREPS トンレサップ湖における環境保全基盤の構築（2016-2021）との連携・継続性に配慮。生態系影響の予測は非常に難しいため、調査の限界を明確にするとともに、順応的管理と適応策にも焦点を当てるべき。生計向上などのコンポーネントを含めるかは要検討。

事業名	1-2　メコン河流域における持続可能な水資源管理に関わる政策提言研究
背景および選定した理由	メコン河流域の水資源開発に関わる課題は、これまでの MRC・流域国の政策・意思決定体系では改善できなかったものであり、改善が進まなかった背景や法制度的な課題などはさらに詳細に把握する必要がある。また LMC の参加や気候変動・生物多様性・責任投資などに関わる新しい動きもある。よって、これらの課題に関わるより詳細な分析を行い、過去の経緯、問題構造、具体的な行動変容を引き出す方法などを、さらに明確にする必要がある。流域国側にとってはセンシティブな問題が多いため、いきなり 2 か国間の協力を推進することは難しいと思われる。よってまず日本側主導で進められるスキームで検討を行い、将来の政策対話に必要な情報を整備する。
事業目的	持続可能なメコン河流域の水資源管理を実現する上でクリティカルな政策課題についての分析を行い、政策対話および行動変容を引き出すための情報を整備する。
事業概要（活動のコンポーネント）	対象課題の選定（以下のテーマから一つ、あるいは複数を選定） －　気候変動リスクのもとの国際河川管理のあり方 －　流域資産としてのダム・貯水池の有効利用 －　便益分配による公平な水資源管理の確立 －　越境環境社会問題に配慮できる水資源管理メカニズムの確立 －　水資源管理に関わる責任ある投資の確立 －　生態安全保障を考慮した水資源管理の確立 －　中長期的エネルギー政策の明確化 －　メコン域内の代替エネルギー（水素、蓄電、再生可能エネルギー等）導入 －　その他 情報収集＋MRC、流域国関連機関、ドナー、その他関係者へのヒアリング 対象課題についての、過去の経緯、問題構造、改善の方向性などについての分析結果についての MRC・流域国側との協議
期待される成果	政策に関わる課題（意思決定、法制度、予算、その他）が明確になり、具体的な政策改善の方向性と行動変容の進め方が明らかになる。
事業スキーム	政策提言研究、JICA 開発大学院連携、緒方研究所のスキームなど
事業実施体制	日本の研究機関・コンサルタントなど、MRC・流域国関連機関など
前提/外部条件	MRC・流域国関連機関の協力が不可欠
事業実施に際しての留意点	MRC・相手国政府内の意思決定、法制度、財政状況、政治動向、関連訴訟・司法制度、技術的課題などを広く把握する必要があることから、現地調査および MRC・流域国などからの詳細な情報収集が不可欠。一つの組織だけでは十分な検討が出来ないことから、複数の案件・契約に分け、とりまとめは委員会形式にするなどが考えられる。

事業名	1-3　塩水遡上の原因分析と対策立案能力強化
背景と選定した理由	メコンデルタにおいては、塩水遡上が最も重要な問題の 1 つである。海面上昇に加えて農業のための地下水の過剰揚水による地盤沈下が重要な要因と考えられているが、メコンデルタ地域では流域からの土砂流入量の減少と河道の土砂採掘などによって河床低下が起こっており、これも塩水遡上の原因となっている可能性がある。複数の要因が複雑に絡み合っていると見られるが、長期的には地球温暖化による海面上昇がさらに負の影響を増幅させる懸念があり、有効な緩和策を講じるために支配的なパラメータを特定し最新の知見に基づく原因の解明が求められている。
事業目的	ベトナムの MONRE 及び DONRE の担当職員がメコンデルタ内における地下水揚水量-涵養量及び土砂バランス及び塩水遡上のメカニズムについて分析し、メコンデルタ内における塩水遡上に対する緩和策・適応策策定のための能力強化を支援する。
事業概要（活動のコンポーネント）	情報収集＋MRC、MONRE、SIWRR 等の流域国関連機関、ドナー、その他関係者へのヒアリング 水文・環境観測施設の強化（地下水位、地下水揚水量、塩分濃度、土砂採取量） 地下水揚水量の現状調査 水路・樋門のインベントリー及び運用状況調査 土砂及び水循環解析による自然環境及び人為的作用による影響評価 メコンデルタへの流入量と塩水遡上との関係分析 地下水環境容量の設定 (許容揚水量、許容限界地下水位、許容限界水質基準) 塩水遡上における対策案検討

事業名	1-3　塩水遡上の原因分析と対策立案能力強化
期待される成果	メコンデルタにおける土砂・水循環における平衡 地下水揚水規制による地盤沈下の低減
事業スキーム	SATREPS または技術協力プロジェクト
事業実施体制	日本の研究機関・コンサルタント、MONRE/ DONRE（ベトナム）など
前提/外部条件	MRC・カンボジア、ベトナムの関連機関の協力が不可欠
事業実施に際しての留意点	メコンデルタへの土砂流入量の推定には、上流からの流入量、土砂移動量データが不可欠で、他の土砂管理に関する協力・支援プロジェクトとの連携も重要となる。一方、地下水環境容量に関する情報収集については、地下水利用者からの反発がある可能性があるため、現地の法規制や商習慣について良く理解し、そのような事態を招かぬよう関連機関との信頼関係構築に配慮する必要がある。上記の通り、検討に必要な上流データ（流量・土砂）を得るために調査範囲や項目を広げて対応することも考えられる。

事業名	1-4　生物多様性保全のための保護地区指定のための技術協力
背景および選定した理由	メコン河流域では無秩序なダム開発による生態系破壊が懸念されているが、生物多様性条約では「ポスト 2020 年枠組み」が 2022 年 4-5 月に中国の昆明で採択される予定で、同枠組みでは 2030 年までに世界の陸域・海域の少なくとも 30%を保全・保護することを目標とした 30 by 30 が合意される見込みである。よって、これに合わせてメコン河流域の保護地区指定のための協力を行い、保全が望まれる地域の明確化および情報整備を行う。
事業目的	生物多様性保全条約 COP15 の「ポスト 2020 年枠組み」を考慮した保護区指定のための能力強化
事業概要（活動のコンポーネント）	対象国全土の生態系調査（陸域、水域：植生、哺乳類、魚類、その他） 地理情報システムの整備 保護区管理のための法的枠組み整備の整備推進 モデル保護区における職員の能力強化
期待される成果	保護地域指定に関わる議論を推進することによる乱開発の防止、保護区管理のモデル構築、生物多様性条約への貢献、中国との協力体制の構築
事業スキーム	技術協力プロジェクト
事業実施体制	ラオス（MONRE）あるいはカンボジア（MOE：環境省）
前提/外部条件	「ポスト 2020 年生物多様性枠組み」に関連する流域国の環境政策及び中長期的な活動計画
事業実施に際しての留意点	住民に裨益する制度を作ることが重要。エコツーリズムなどでは限界があることから、流域外のダム開発の利益を保護区管理に活用するメカニズムなどが望ましい。ABS「遺伝資源の利用から生じた利益の公平な配分」に絡めた協力なども可能性がある。

事業名	1-5　責任投資を意識した既設ダムの環境社会配慮レーティング
背景および選定した理由	ESG 投資や責任投資では非財務情報の公開が不可欠になっており、タクソノミーでも DNSH（Do No Significant Harms）が規定されるようになっている。メコンのダムに対する投資という視点でも、事業が国際的な基準から考えて責任投資の対象になるか把握するための判断基準を確立することが望ましい。よってここでは複数のダムについて、モデル的に非財務情報を整備するパイロット活動を行い、今後のダム開発で必要になる非財務情報の在り方を検討する他、どのようなダムなら責任投資の対象とでき、どのようなダムでは対象から外すべきかの基準を模索する。
事業目的	ダムに関する国際的なガイドライン（IHA：International Hydropower Association、国際水力発電会議）や MRC の The MRC Hydropower Mitigation Guidelines などを利用して既設ダムのレーティングをして、投資家視点のダム事業の判断基準を確立する。
事業概要（活動のコンポーネント）	ダム投資に関わるワークショップ（DNSH 基準など） 専門家による既存ダムの環境社会配慮レーティング（できれば複数） 結果に関わるワークショップの実施
期待される成果	責任投資の視点でメコン河のダム事業を審査する基準の確立に寄与する。将来のダム案件については、このような基準で審査がされるようになっていくことが期待できる。

事業名	1-5　責任投資を意識した既設ダムの環境社会配慮レーティング
事業スキーム	要検討
事業実施体制	主要国の融資関係者（EXIM など） ラオス（エネルギー鉱業省、協力的なダム事業者） 日本の専門家だけでなく、IHA などの専門家の参加が考えられる。
前提/外部条件	協力的なダム事業者の存在（Xayaburi、Don Sahong、Nam Ngum？
事業実施に際しての留意点	ラオス政府の協力が得られない可能性が大きい。抵抗感が非常に強い場合は、次善策として CDP（Carbon Disclosure Project：国際的非営利団体）[183]が実施しているような、質問書形式（気候変動質問書、水セキュリティ質問書、フォレスト質問書）で情報を集め集計・分析し、その結果を関係者に開示することから始めるなど、初期の敷居を低くする工夫が必要となる。

事業名	1-6　学識経験者の科学情報ネットワークの設立・運営支援
背景および選定した理由	メコン河流域では多くの研究者が水資源管理や生態系保全、社会調査等をしているが、これらの情報（特に地元の学者など）にアクセスすることは簡単でない。よって、これらの学識経験者のネットワークを構築して、情報交換を促進する。流域に関わる科学情報の集積および Track II diplomacy として機能するネットワークを目指す。また、MRC は、透明性を高め、説明責任を果たすために幅広い関係者による意思決定を目指しており、その実現の方策の一つとして Joint Basin Expert Groups（JBEG）の活性化を掲げている。また、LMC との協力を推進するための枠組みとしても期待されている。
事業目的	学識経験者の情報交換を推進するための科学情報ネットワークを構築すること、及び JBEG の活動を支援し、透明性が高いメコン河流域管理を可能とすること
事業概要（活動のコンポーネント）	学識経験者のリストの作成 学識経験者のネットワーク化ができるようなツール（マッチングなども可能なウェブサイト）の開発 1 回/年程度のバーチャルな情報交換会と論文集か図書による結果の発表 研究ファンド（少額）による新規研究の促進 MRC が進める JBEG の活動支援 （流域管理に係るデータ及び知見の共有：MRC と JBEG の分科会を共催し、メコン流域で研究・SATREPS 等の活動を行っている本邦有識者も交えた研究成果を共有する。また、これらの成果を受けて政府高官を対象としたワークショップを開催しハイレベルにおける共通認識の醸成をはかる）
期待される成果	メコン河流域に関わる様々な情報の交換が可能なネットワークが構築され、それらの情報が環境社会問題の緩和策や適応策の検討などに使えるようになる。さらに、流域各国の専門家と各国の政府高官が流域の状況や統合的な水資源管理に関する共通認識を持つこと。日本の学術的研究成果が JBEG の活動にも活用されること。
事業スキーム	要検討
事業実施体制	各国の学術・政府機関、日本の有識者 事務局の設立も検討する必要がある。例えば、バンコックのチュラロンコン大学との合意の元、学内に事務局を設置するなど。集まった研究・調査結果を蓄積し、新規研究に還元、促進する仕組み作りに配慮する。
前提/外部条件	他の協力イニシアティブとの競合を避ける必要がある。
事業実施に際しての留意点	学識経験者が参加するメリットを作る（研究発表の場、研究ファンド）ことが重要である。

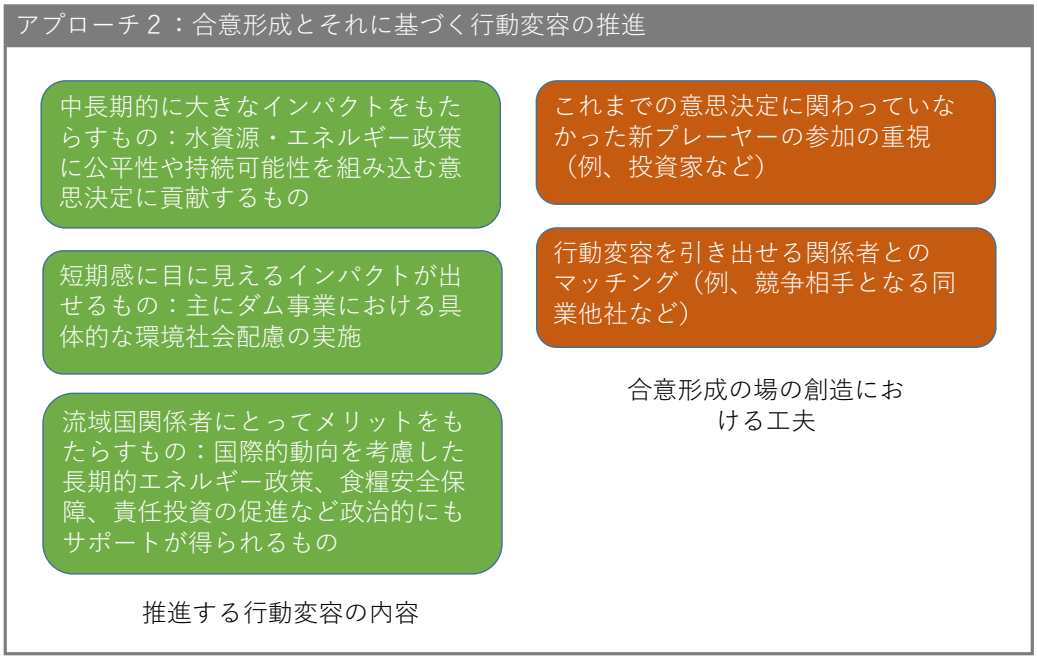
出典：調査団

[183] CDP は、環境問題に高い関心を持つ世界の機関投資家等の要請に基づき、企業や自治体に対して、気候変動、水資源保護、森林保全等の環境問題への取り組みの促進と情報開示を求める活動を行う非営利団体である。同団体は、世界の主要企業の環境活動についての情報を収集・分析・評価し、気候変動に関する取り組みと情報開示で最も優れた企業を毎年選定している。（ダイキン工業の HP から）

8.3.2　合意形成とそれに基づく行動変容の推進

過去のメコン流域のダム開発や水資源開発では、十分な合意形成の場が無い中で、一部の関係者により意思決定が行われ、流域の幅広い住民への裨益や、全体的な持続可能性に十分な配慮ができてこなかった。このような中で流域国ではない我が国にできることとして、透明性の高い合意形成の場を積極的に創出し、これまでの意思決定では困難だったより公平で持続性の高い社会への行動変容を推進することが挙げられる。

メコン河の流域管理では、環境流量やトンレサップ湖への逆流の確保、魚類の回遊の確保、ダムによる土砂捕捉、メコンデルタの塩水遡上への対応など課題が山積しており、様々な行動変容が必要になっているが、活動の対象とする行動変容は、中長期的に大きなインパクトを、あるいは短期的に目に見えるインパクトを発現させることができ、かつ流域国関係者にとってメリットもたらすものとする。また過去にできなかったことをコミットすることを推進することになるが、これまでの意思決定プロセスの閉鎖性・硬直性をいかに打破するかが鍵となることから、合意形成に当たっては、これまでの意思決定に関わっていなかったプレーヤーの参加、行動変容を引き出せる関係者とのマッチングを重視する。



出典：調査団

図 8.3.2　合意形成とそれに基づく行動変容の促進

尚、行動変容を起こすには関係者に行動変容のきっかけとなる関心を持たせること、具体的な行動変容のための準備や実施方法を教えること、行動変容をコミットしなくてはならない状況を作ることが重要であり、これらを考慮して活動を計画する。以下に合意形成とそれに基づく行動変容の促進のために提案した事業・活動を示す。

表 8.3.2　合意形成とそれに基づく行動変容の促進のために提案した事業・活動

事業名	2-1　特定テーマによるワークショップ（シリーズ）の企画立案と開催
背景および選定した理由	従来のメコン河流域のダム開発に関わる意思決定は限られた関係者の利害をもとに十分な情報がない中で決められてきた。しかし、中長期的なエネルギー政策、ESG 投資・責任投資、ダム計画・オペレーション、食糧安全保障などについては様々な国際的動向がある。各国の意思決定者がこれらの動向を理解することによって、行動変容を引き出し、メコン河流域の水資源管理に関する意思決定を望ましい方向に誘導することが期待できる。
事業目的	メコン河流域の水資源管理に関わる意思決定層にとって重要なトピックに関わるワークショップ（3-4 回）を行い、最新の情報に基づいた意思決定を促進する。
事業概要（活動のコンポーネント）	意思決定層へのヒアリングに基づいたワークショップのテーマの決定 ワークショップ準備 ワークショップの開催（20-30 名程度＋ウェブ、半日程度、現地語、国際的権威によるビデオ・レクチャー＋国内の有識者も交えた協議など、以下のトピックのうち 3-4 つ程度を選定することを想定） － ESG 投資・責任投資 － エネルギー開発に関わる最新動向（太陽光、マイクログリッド、風力、揚水発電、水素など） － ダム計画・建設・オペレーションに関わる最新動向 － 気候変動 － 食糧安全保障 － 世界の国際河川の管理 ワークショップに参加できなかった関係者を対象にした教材の作成
期待される成果	各国の意思決定者が水資源開発に関連した最新動向を理解することによって、メコン河流域の水資源開発に関する意思決定がより望ましい方向に誘導される。
事業スキーム	要検討
事業実施体制	各国の複数の関連省庁の大臣、局長、技術トップクラス （同じテーマで流域各国でワークショップを開催することが可能）
前提/外部条件	特になし
事業実施に際しての留意点	参加者に興味を持ってもらうのが重要なので、無理に環境社会配慮を推進する必要はない。ビデオ・レクチャーも母国語に吹き替え、また世界の情勢だけでなく自国の状況についてもわかるようなプログラムとする。他のドナーや関係機関との共催も考えられる。

事業名	2-2　流域土砂管理計画マスタープランの策定
背景および選定の理由	メコン河流域で最も変化が著しいのは、ダム開発等による下流への土砂供給量の減少である。MRC の Council Study では、本川のカスケードダム群が計画通り建設されたと仮定すると、Kratie に到達する土砂量は 2007 年と比較して 2040 年までに約 3%まで減少すると推定されている。このようにシミュレーションモデルによるマクロ的な検討は行われているものの、将来の指針となり得る流域全体の総合的な土砂管理マスタープランは未策定である。
事業目的	メコン河流域における土砂移動特性を踏まえた将来の管理方針と対策を示す総合的な土砂管理マスタープランと重点流域の総合土砂管理計画策定を目的とする。
事業概要（活動のコンポーネント）	土砂動態の時空間スケール・流域区分・通過土砂評価点、等の検討 流域の水文・土砂観測体制の実態調査と観測精度向上のための提案 経年的な河岸浸食・堆積、河床低下・上昇の実態調査（河道変動解析含む） 人為的な土砂採取の実態調査（主な採取地点、年間採取量の把握） 流域全体の生産土砂量・流出土砂量の概略算定（土砂バランス）、重点流域の選定 流砂系の現状と課題の把握 土砂管理目標の設定、土砂管理対策の検討、総合土砂管理マスタープランの策定 総合土砂管理計画（重点流域）の策定、優先対策の F/S 調査 モニタリング計画の検討 Sekong Downstream A Dam（Sekong 川流域）に関する緊急アクション
期待される成果	メコン河流域のマクロ的な土砂移動の性状（流砂系）が把握され、重点流域が特定され、優先対策の F/S 調査が実施される。

事業名	2-2　流域土砂管理計画マスタープランの策定
事業スキーム	情報収集確認調査（土砂動態の把握・基礎資料収集）⇒マスタープラン作成調査⇒協力準備調査（重点流域の F/S）
事業実施体制	MRC（各 NMC）及び各国のエネルギー省
前提/外部条件	流域国の主要ダムの運用ルールに関するデータ共有
事業実施に際しての留意点	土砂は単年で生産域から河口まで移動するのではなく、雨量及び流量の多少に影響されながら数年～数十年のオーダーで移動する。従って、メコン河でも、その地形・地質や気候、河川特性に基づき、まずは計画策定のための土砂動態の時空間スケールの設定から入る必要がある。一方で、土砂移動に関するデータ量が非常に限られているため、モニタリングを継続しながら計画を 3 段階ぐらいに分け、各段階の目標設定を行い実施することが望ましい。ただし、対策実施までの時間短縮を考慮し、情報収集確認調査で重点流域を選定し、F/S を実施し有効な対策を優先的に検討することも考慮する必要がある。
BDP 2021-2030 & MRC SP 2021-2025 との関連性	Strategic Priority 1: Maintain the ecological function of the Mekong River Basin BDS Outcome 1.2: Sediment transport managed to mitigate bank erosion and maintain wetland and flood plain productivity BDS Output 1.2.1: Basin-wide sediment management plan developed and implemented

事業名	2-3　流域国による National Indicative Plans（NIPs） 策定・実施支援（所管する政府機関）
背景および選定の理由	流域国では MRC の BDS/SP に加えて各国が NIPs を策定して水資源管理を推進することになっているが、その策定および実施を支援する必要がある。NIPs の一部は、BDS/SP のプログラムと密接に連携している（またはその一部を構成）と見られ、その実施の遅れは、BDP/SP の進捗にも影響が及び、様々な施策が計画通り実施できない状況が懸念される。NIPs は複数の省庁・機関が対象国内の水資源管理・流域管理に関連した計画を策定する場になることが想定でき、合意形成の場を提供できる。
事業目的	流域国による NIP の策定・実施支援
事業概要（活動のコンポーネント）	基礎情報の収集 NIP の策定支援 NIP の実施に関わるワークショップ
期待される成果	National Indicative Plan の策定・実施を通した BDS/SP と整合性のある活動の展開、National Indicative Plan に沿った関連省庁間の連携の促進などが期待できる。
事業スキーム	開発計画調査型技術協力または技術協力プロジェクト
事業実施体制	カンボジア、ラオスの NMC および関連省庁
前提/外部条件	協力的で前向きな関係機関の存在
事業実施に際しての留意点	現段階で National Indicative Plans の策定状況については把握できていない。

事業名	2-4　流域国間の電力融通及び適正な電源構成の調査
背景および選定の理由	ラオスでは、国内需要の伸びの鈍化から国内向けの電力開発が抑制され始めているが、近隣国では将来の電力不足をラオスからの電力輸入で賄う計画となっているため、依然としてラオスにおける電力開発は進むものと考えられる。一方で、水力発電は雨季乾季の可能発電量に差があるため、水力主体の電源開発は乾季の電力不足をもたらす。ベトナムでは、再生可能エネルギーの導入が急増し、2030 年には電力品質を保持するために必要な貯水池式発電所の容量が不足する懸念がある。 上記のような最新の電力事情を考慮した上で、JICA や ADB が推奨する広域連系が実現した場合、域内の最適電源構成を予め想定し、過剰な投資を抑え、適正な電源構成に導く必要がある。以上の現状認識から、電源構成のいくつかのシナリオのもと、今後の水力開発（ダム建設）がどのような方向に向かうか検討し予測しておくことは、関連する検討成果（MRC の Council Study など）を評価し、対策を実施する上で重要となる。
事業目的	実現可能性の高いメコン流域国間の電力融通と達成した場合の電力供給の課題を考慮した上で、流域国の最適電源構成を提案する。

事業名	2-4　流域国間の電力融通及び適正な電源構成の調査
事業概要（活動のコンポーネント）	メコン流域各国エネルギー・電力政策、電力需給バランス、課題点の整理 ドナーや各国政府が進める系統連系計画の現状と課題の整理 実現性の高い広域連系シナリオの設定 上記広域連系シナリオに基づく最適電源構成の検討（途中段階も含む） ロードマップの策定と事業の優先付け
期待される成果	①将来の電力融通から導き出される最適電源構成 ②電力融通を念頭においた各国の電力開発政策への提言
事業スキーム	情報収集確認調査
事業実施体制	MRC、各国の NMC、電力政策担当官庁
前提/外部条件	広域連系調査を行っている ADB や WB との意見調整
事業実施に際しての留意点	本事業は、背景で述べた理由からベトナムもしくはラオスをメインのカウンターパートとした調査を想定している。域内の電力融通が実現した場合、または中途段階における域内全体での最適電源構成を示すことで、電源開発が偏ったり、過剰投資とならないよう、適正な電源構成に導くことを目指したものとなる。系統の融通では、最近設立された EDL-T の動向も考慮に入れるものとする。

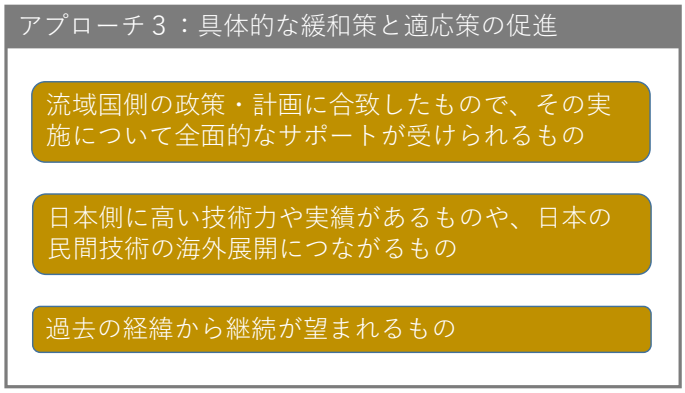
事業名	2-5　The MRC Hydropower Mitigation Guidelines の適用促進のためのワークショップ開催支援
背景および選定の理由	MRC では 2009 年の Preliminary Design Guidance に加えて 2019 年に「The MRC Hydropower Mitigation Guidelines」を策定している。これは主にラオスのカスケードダムの環境社会配慮を視野に入れたものだが、今後のダム開発を視野にさらに周知する必要がある他、各ダムの計画の中でこれがどのように組み込まれているか、ガイドライン適用の課題は何か、といったことが把握されていない。よってワークショップを実施し、情報共有を図る。多数のダム事業者の参加が見込めれば、事業者同士がベストプラクティスを競ったり、フロントランナー方式による技術の底上げをしたりすることが見込める。また環境当局とエネルギー当局の間の対話も期待できる。
事業目的	ダム事業者、環境当局、エネルギー当局を対象に The MRC Hydropower Mitigation Guidelines についてのワークショップを開催し、ガイドラインを周知するとともに、ガイドライン適用の課題について協議する。
事業概要（活動のコンポーネント）	ガイドライン適用状況の事前レビュー ガイドラインに関するワークショップの開催（できれば現地見学をセットで実施）
期待される成果	ガイドラインの内容が周知される。またガイドラインの適用についての意見交換を通して、ガイドラインの課題や、修正が必要な事項が明確になる。
事業スキーム	要検討
事業実施体制	MRC、ラオス（LNMC、MONRE、EDL）、ダム事業者
前提/外部条件	MRC 主導で実施する必要がある。
事業実施に際しての留意点	ダムの視察は事業者側が難色を示す可能性がある。LMC と共同実施も考えられる。その場合は、中国の事業者に中国でのベストプラクティスを発表してもらうと良い。また、Mitigation Guidelines には、非常に多くの研究論文や適用事例が引用、参照されており、日本の堆砂対策に関する研究成果（貯水池容量/年間流入量とダム堆砂対策との関係など）や施工例なども掲載されている。従って、これらの技術情報をもとにさらに広く日本の経験を紹介することによってメコン河流域への適用を促進、貢献できる可能性もある。

出典：調査団

8.3.3　具体的な緩和策と適応策の促進

ここでは具体的な緩和策や適応策の促進についての協力を考える。緩和策や適応策を実施するに当たっては、その計画策定に様々な分野のエキスパートや情報が必要な他、実施には投資が必要で、また多くの関連機関の調整が必要だが、目に見える成果を出すことが可能で、流域国側の期待も大きい。よって、ここでは流域国側が主体的に取り組むこと、日本の技術の比較優位性があること、過去の経

緯から必要なこと、などを重視することとし、主にダムの運用ルールや防災などを中心にしたプログラムを提案した。図 8.3.3 にこれらの視点をまとめた。



出典：調査団

図 8.3.3　具体的な緩和策と適応策の促進

表 8.3.3 に具体的な緩和策と適応策の推進のために提案した事業・活動を示す。

表 8.3.3　具体的な緩和策と適応策の推進のために提案した事業・活動

事業名	3-1　渇水・洪水に関する対応能力強化と警報システムの開発
背景および選定の理由	メコン河下流域では、2019 年の 5 月から 2020 年の 10 月にかけて本流沿いで異常な水位低下現象が発生した。本件については、アメリカの Eyes on Earth が上流 Lancang 川のカスケードダム群で流量を貯め、放流を制限したことが最大の要因とする主旨のレポートを発表した（2020 年 4 月）。それに対して、MRC が反論し、またオーストラリアのシンクタンク（AME）が論説を公表するなど、主に web 上で議論となり、渇水に関する水文モニタリングの強化や緊急時の協力体制の構築がクローズアップされた。洪水に関しては、この数年、大規模な被害は発生していないものの、豪雨モニタリングの強化や洪水予測システムの精度向上が流域国間で求められている。
事業目的	メコン河下流域における流域国の渇水と洪水に対する適応能力を強化し被害の軽減に貢献し、流域国間の信頼醸成に繋げること
事業概要（活動のコンポーネント）	渇水に関する実態調査、既往研究成果レビュー Drought Management Strategy for the Lower Mekong Basin 2020-2025（MRC, 2019）の適用状況、課題の把握 PMFM の見直し（閾値のレビュー、等） 洪水氾濫区域・洪水特性・洪水被害の実態把握（近年の洪水氾濫域、洪水被害実態調査） 洪水予測に関する最新技術導入の可能性検討（衛星画像解析による広域雨量算定、AI を用いた流出予測、アンサンブル雨量予測、水害リスク評価、等） モニタリングネットワークの強化（観測システム・機器、ソフトウェアの改善） 警報発出プロトコルの改善と、協力体制の強化（伝達システム、観測・警報発出責任体制、等） 渇水・洪水に関する早期警報マニュアルの作成 パイロット流域における早期警報システムの導入（データ転送、解析ソフト、警報機器等）、訓練の実施
期待される成果	流域国の気象・水文モニタリング及び解析作業の担当者の、渇水と洪水に関する予測技術等のスキルが向上し、流域の水資源管理改善に貢献する。
事業スキーム	技術協力プロジェクト
事業実施体制	MRCs、MRC Regional Flood and Drought Management Center= RFDMC (Phnom Penh)
前提/外部条件	MRCs 及び RFDMC の協力 早期警報システム作成やパイロット流域選定における各 NMC 間の協力、連携

事業名	3-1　渇水・洪水に関する対応能力強化と警報システムの開発
事業実施に際しての留意点	実施機関の責任管掌やニーズを考慮して、実際には、渇水と洪水管理に対する協力は分けて実施することも検討が必要である。また、MRC としては RFDMC の機能強化を優先事項の一つとして考えている。従って、BDP 2021-2030 & MRC SP 2021-2025 の計画・活動との重複を避けつつスコープを調整し、ここでのリソースを活用・改善し、かつシナジー効果として各流域国の関係者の能力強化を諮る計画としても検討に値する。
BDP 2021-2030 & MRC SP 2021-2025 との関連性	Strategic Priority 4: Strengthen resilience against climate risks, extreme floods, and droughts BDS Outcome 4.1: Better informed and prepared basin communities against changing river conditions, and more frequent and severe floods and droughts Output 4.1.1: A core river monitoring network for the mainstream and remaining national river monitoring networks consolidated Output 4.1,2: Integrated data and information systems for more effective basin-wide data management and sharing Output 4.1.3: Compatible Decision Support Systems in line with reinvigorated data, modelling, forecasting, and communication capabilities Output 4.1.4: Integrated basin-wide flood and drought forecasting and early warning

事業名	3-2　既設ダムの運用ルール改善による下流域の流況調整及び土砂供給能力強化
背景および選定の理由	メコン河流域では支川にカスケードで建設されたダムにより、流況の変更や土砂供給の減少など、下流河川域の自然社会環境に影響を及ぼしている。カスケードで開発されたダムは、事業者や国が異なるために上下流のダムで調整された運用の改善は難しく困難を伴う。一方で、MRC では、Hydropower Mitigation Guideline（2019）において日本の事例を紹介しつつ、連携排砂などの土砂排砂の手法が紹介しており、土砂供給の減少も含めた越境環境影響の評価手法が確立されつつあり、その効果が期待できるダムにおいて、Guideline に示された手法の適用が望まれる。
事業目的	メコン河支川ダム（特にラオスを念頭に）の運用ルールの改善や、軽微な施設改良によって流況の調整や土砂供給能力の強化を図る。
事業概要（活動のコンポーネント）	メコン河下流本川および支川のダム運用状況調査（ベースライン調査） 運用ルールや改善による流況調整と土砂供給能力評価のための改善指標の設定 パイロットとしての検討対象河川の選定（下流の自然社会環境に影響の大きいダムが設置されている河川、特に、3S 流域と Nam Ou 川流域については優先度を置いて調査・検討する） 対象河川の流量・土砂観測体制の構築 下流域の流況調整及び土砂供給能力強化のための既設ダム運用ルールの改善・提案、必要な設備改修の提案（ダム再生含む）を含む 対象河川の既設ダムの運用の試験的変更と効果の検証
期待される成果	下流域の流況調整改善及び土砂供給能力強化のための既設ダムの運用ルールの構築 特に、下流の流況調整の改善には精度の高い流出シミュレーションツールとして CaMa-Flood の適用が考えられる。ダム運用と組み合わせたモデルのさらなる機能拡張でより汎用性のあるかつ意思決定のための解析ツールとしての適用範囲の拡大が期待される。
事業スキーム	開発調査型技術協力
事業実施体制	MRC、ラオス（LNMC、MEM, MONRE、EDL、EDL-Gen）、ダム事業者
前提/外部条件	MRC、ラオス政府機関、ダム事業者の協力
事業実施に際しての留意点	流況と土砂供給の改善は越境影響となることや、提案する運用ルールを他のメコン河流域国への適用を考慮し、本事業の実施あたっては MRC の協力が必要。また、検討対象となるダム事業者の協力も不可欠となる。民間水力 IPP は売電契約の制約により協力を得るのは難しいことが想定されるため、公的な EDL-Gen などの発電電力会社が所有するダムを対象にすることが想定される。協力を得られるダム（貯水池及び発電所運用の責任機関）をいち早く特定する事が、本案件実現の鍵となる。
BDP 2021-2030 & MRC SP 2021-2025 との関連性	Strategic Priority 1: Maintain the ecological function of the Mekong River Basin BDS Outcome 1.2: Sediment transport managed to mitigate bank erosion and maintain wetland and flood plain productivity BDS Output 1.2.1: Basin-wide sediment management plan developed and implemented

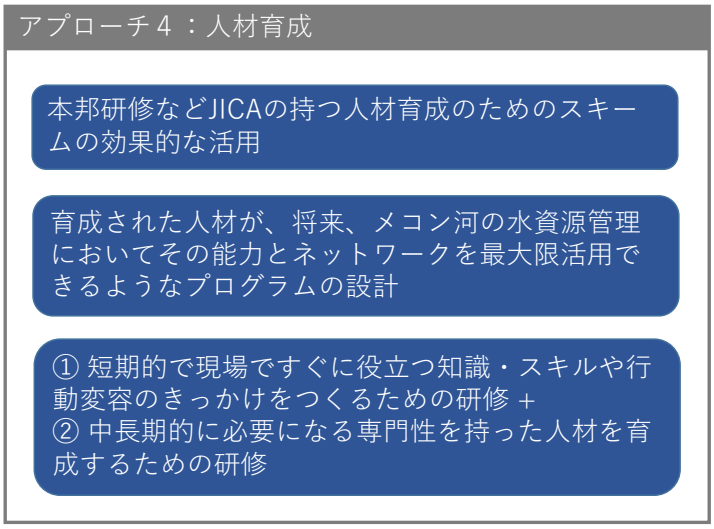
事業名	3-3　メコン河流域のための魚道計画・設計ガイドラインの作成
背景および選定の理由	メコン河流域には多くの魚道が建設されているが、対象とする魚種が画一的（例、鮭など）な河川と異なり、メコン河では多様な魚種が様々な時期に魚道を利用することから、その設計は簡単でなく、効果も把握されていない。よって既存の魚道の利用状況を把握するとともに、メコン河の魚類の修正や、施工上の課題を検討し、メコン河の魚類に合った魚道の計画・設計ガイドラインを作成する。この検討によって回遊に関わるダムの影響がより正確に推定できるようになるほか、将来のダムにより望ましい魚道を設置できるようになる。
事業目的	魚道の計画・設計ガイドラインの作成
事業概要（活動のコンポーネント）	既存の魚道の利用状況の調査（2 年、遡上/流下） 魚道の計画・設計ガイドラインの作成 （可能であれば試験的な設置や既存魚道の改良などを含める）
期待される成果	魚道の最適化による回遊の阻害問題の軽減
事業スキーム	技術協力プロジェクト、専門家派遣
事業実施体制	カンボジア（漁業局など）またはラオス（家畜・漁業局など）、ダムとの連携も必要なことからエネルギー・水資源関連省庁の参加も必要
前提/外部条件	魚類および魚道の専門家が不可欠 MRC の持つ魚類の生息・回遊に関するデータの共有
事業実施に際しての留意点	魚道の利用状況についての調査は時間がかかる。従って、既存のデータを広く収集・分析することが求められる。例えば、現在進行中の JEM（Joint Environmental Monitoring）プロジェクトで収集されたデータ・情報（Xayaburi Dam と Dong Sahong Dam 等）を有効に活用すること。また、カンボジアの灌漑取水堰に設置されている魚道の活用状況なども情報収集の対象になり得る。

事業名	3-4　MRC SP 2021-2025 の活動促進と次期 SP 2026-2030 の策定支援
背景および選定の理由	MRC Strategic Plan (SP) 2021-2025 は、統合水資源管理（IWRM）の考え方に基づく Basin Development Strategy (BDS) 2021-2030 の実施計画に相当するものであり、BDS を実現するために、MRCS による MRC の加盟４か国に対する支援内容を示すものである。SP2021-2025 の活動促進および次期 SP 2026-2030 策定に対する我が国の支援によって、我が国のメコン河流域の水資源管理改善に対するコミットメントを示すことができるとともに、我が国にとっても、他ドナーの支援を含む同流域における水資源管理全体像の把握が可能となり、我が国の個別案件に対するその知見の活用、各案件から得られた知見の次期 SP に対する反映が可能になる（またその逆もあり得る）。
事業目的	SP 2021-2025 の進捗管理および実施改善支援、次期 SP 2026-2030 の策定支援
事業概要（活動のコンポーネント）	SP 2021-2025 の Strategic Priority 1～5 に関する計画実施状況のモニタリング支援 SP 2021-2025 実施を通じて明らかになった課題に対する解決策策定、実施支援（２か年 Work Plans の策定および年次改善案の策定支援を含む） 次期 SP 2026-2030 の策定支援
期待される成果	SP 2021-2025 の実施促進によるメコン河流域における統合水資源管理の実現 我が国の技術適用を含む、我が国のメコン河流域に対するコミットメント提示 メコン河流域における我が国の支援案件を含む諸案件との相互効果発現 統合水資源管理の実現を目指した次期 SP 2026-2030 の策定 MRCS 内の意思決定に密接に関わる部分の支援となるため、そのメカニズムに関する情報を得られる。その情報をもとに、我が国の協力案件に対する MRCS の合意を取り付け易くなる。
事業スキーム	技術協力プロジェクト、専門家派遣、無償資金供与
事業実施体制	MRC を中心とした関連諸機関との調整が必要
前提/外部条件	MRC の協力
事業実施に際しての留意点	MRC 加盟各国による独自の活動強化を理由として、MRCS の人員削減、機能縮小が続いており、この動きに留意した事業実施が必要である。また、MRC は、上流側の中国、ミャンマーを含むメコン河流域の全６か国が加盟する LMC の枠組みに基づく活動との協力強化を進めていることから、この動きにも勘案し、効果的かつ現実的な統合水資源管理を目指す必要がある。

出典：調査団

8.3.4　人材育成

持続可能な国際河川の管理には流域国間の信頼醸成が必要不可欠であり、その根幹は人である。また、我が国の協力を成功させるための人材を確保するためにも人材育成は必須である。ここでは、人材育成のための JICA の様々なスキームを最大限効果的に活用すること。そして将来のメコン河の水資源管理に研修結果を直接的に活かせるような研修内容の設計・開発、多忙な関連省庁やその他の組織の職員などを対象とした短期プログラムや留学制度を利用した専門性を持った人材の育成を狙った中長期プラグラムなどに配慮し、現場のニーズにマッチしたプログラムとする（図 8.3.4 参照）。



出典：調査団

図 8.3.4　人材育成

表 8.3.4 に人材育成のために提案した事業・活動を示す。

表 8.3.4　人材育成のために提案した事業・活動

事業名	4-1　越境水資源源管理に関わる課題別研修
背景および選定理由	技術協力プロジェクトや専門家派遣などの 2 か国間協力のスキームでは、複数の国を対象にすることはできないが、課題別研修であればメコン河流域国の関係機関、あるいは世界の他の国際河川の関係者が越境水資源管理について学んだり、それぞれの国の問題について意見交換をしたりすることが可能である。
事業目的	課題別研修を通した各国の中堅技術者に対する越境水資源管理などに関わる研修を実施
事業概要（活動のコンポーネント）	課題別研修（メコン河の課題を視野に戦略的にプログラムを策定。各国の重要な機関の関係者に参加してもらう）
期待される成果	越境水資源管理に関わる研修が可能な他、流域の関係者を一堂に集めて情報交換、意見交換が可能。
事業スキーム	課題別研修
事業実施体制	各国の関係省庁の職員（環境関連省、エネルギー・水資源関連省など）
前提/外部条件	適切な研修生が選定されること（将来的に所属部門・部署のリーダー的な立場になれる人材が相応しい）。
事業実施に際しての留意点	プログラムはメコン河の課題に合わせて検討する必要がある。尚、課題別研修と並行して、国内の縦割り行政の問題に対処するための国別研修も企画できる。将来は Joint Basin Expert Group（JBEG）のメンバーの候補者を対象にできれば良い。

事業名	4-2　人材育成奨学計画（JDS）制度を活用した人材育成
背景および選定理由	水資源管理について十分な基礎知識を有する人材を育成するには時間がかかる。また、国際河川管理においては流域国の人材の交流による信頼関係の醸成が、適切な管理に有益に働くと考えられる。よって日本への留学制度を活用して、将来の水資源管理の中核を担う人材を育成する。
事業目的	人材育成奨学計画（JDS）、あるいは JICA 開発大学院連携と活用し、将来の水資源管理を担う人材の教育を推進する。
事業概要（活動のコンポーネント）	各国の主要機関と今後人材が必要な主要な分野について意見交換（水資源管理、ダム開発、エネルギー、EIA、生態系管理、水産資源管理などを想定） JDS 制度を利用した留学の斡旋
期待される成果	日本に留学した人材が自国の Joint Basin Expert Group のメンバーとしてメコン河の水資源管理に関わり、底上げをする。
事業スキーム	JDS あるいは JICA 開発大学院連携
事業実施体制	留学生＋各国（ラオス、カンボジア、タイ、ベトナム、ミャンマー、中国）の関連機関から留学生を輩出
前提/外部条件	留学生が水資源関連業務とは異なる業務に従事しないこと
事業実施に際しての留意点	各国の水資源管理業務における将来のリーダーとなり得るような人材を留学生として選定する。中国は ODA 卒業国であるため、独自予算でかつ日本で学ぶインセンティブを提示できるようなカリキュラムの検討が必要である。

出典：調査団

8.4　その他の検討が必要な項目

8.4.1　緊急なアクションを要する事案

ラオス南部 Sekong 川流域内カンボジア国境付近で進む Sekong Downstream A Dam プロジェクトは、建設が進行している水力開発ダムの中では、事業の影響が最も広範囲（2 ヶ国以上）で不可逆的な負の影響を及ぼす可能性がある。メコン河の左支川の一つである Sekong 川は、本川に流入する最後の主要河川であり、魚類の回遊路としても、土砂供給路としても極めて重要であり、ダム建設による生態系への影響、住民の強制移転、及び不透明な資金の流れ等、数多くの問題が指摘されている。報道によれば、2020 年初頭にはすでに建設が開始されているとのことであり、ラオス政府の責任機関である EDL に対して、建設差止めを緊急に要求すべきと訴えている。技術的に見て同ダムは、上流側のラオスと下流側のカンボジアだけの問題ではなく、さらにベトナムも含む越境環境社会問題を含んでいる。3S 流域からの土砂供給の減少は、長期的に見て、ベトナム領メコンデルタ内の水路の河床低下や河岸浸食・海岸浸食域の拡大の主要因の一つとして考えられるからである。これは塩水遡上の被害をさらに深刻化させる要因ともなり得る。さらに将来的には、本川の河床低下を誘引し、トンレサップ湖の生態系保全に重要な役割を持つ本川からの逆流現象のメカニズムを変えることも懸念される。このような状況下、事実関係を早急に確認し、より良い水資源管理に向けた合意形成の視点から、関係機関との対話を通じて可能な解決策を見出すためのアクションを起こすべきと考えられる。

8.4.2　地域的な開発課題の改善のための対応

8.1 節で述べた通り、協力案件（候補）の検討に当たっては、越境影響を及ぼすインフラ施設および政策の改善に貢献することを一つの条件とした。そのため、8.3 節で提案した案件群は、本川及び 3S を対象とした活動が中心の内容で構成されている。一方、各国内にのみその流域を持つ支川流域（例：カンボジア国内の左支川）では、MRC や開発パートナーの支援がなかなか及ばず、越境水系とは異な

るアプローチを必要とする課題がある。中央政府機関の関与や協力が十分でなく、地方政府における財政面・人材面の制約から、河川管理計画や流域保全計画が未策定の流域がほとんどである。つまり、計画に則った適切な水資源管理の実施が困難であり、ダムの有無にかかわらず、より地域に密着した開発課題の改善に迫られている。

このような地域的な開発課題に対して有効な対策実施を推進するためには、中央・地方政府における水資源開発・管理に責任を持つ機関および職員や技術者を対象とした能力強化が必要である。課題を抱える地域における課題解決のための技術協力や、ニーズの高いテーマを組み込んだ研修などの協力が考えられる。越境水系のみならず、各国内の個別支川流域における水資源課題にも支援を行っていくことは、図 7.6.1 に示した流域全体を対象とした Theory of Change の視点からも重要と言える。

8.5 我が国の支援による協力案件（候補）

JICA は、世界が直面している深刻で複雑化する課題を解決するために、20 の事業戦略（グローバル・アジェンダ）を設定し、多様なパートナーと協働・共創して、開発途上国の課題解決へのインパクトの最大化を図ろうとしている。水分野のグローバル・アジェンダは、【持続可能な水資源の確保と水供給】であり、２つあるクラスター（協力方針）のひとつが、「地域の水問題を解決する実践的統合水資源管理」である。したがって、JICA が取り組むべき協力においては、課題の解決につながる支援に注力すべきであり、協力相手国の関係機関や他の開発パートナーと共に開発効果の最大化を目指していく。

具体的には、8.2 節で述べた協力案件（候補）の検討アプローチに示すとおり、課題解決へのプロセスとして、 (1) 問題の原因と結果の明確化と意思決定のための情報整備を行い、(2) 合意形成とそれに基づく行動変容を推進し、(3) 具体的な緩和策と適応策を促進する、ことが重要であり、(4) これらを実現するための人材の育成、も重要である。

以上により、我が国が実施すべき協力案件（候補）としては、目標とする 2030 年（8 年後）までには少なくとも一部の問題が解決される、あるいは、問題が改善されるような取り組みとすべきである。そのような観点から、案件 No.1-2 + No.1-6 + No.2-1 を総合した取り組みとして、特定のテーマの問題解決を目指すプラットフォームの形成が考えられる。例えば、MRC 及び流域各国の NMCs や水資源関連機関と情報共有・意見交換し、具体的な変化が見込めそうな重要な特定テーマを選んで調査・分析し（No.1-2）、学識経験者の科学情報ネットワークを設立してプラットフォームを形成し（No-1-6）、政策決定者と学識経験者の両方が参加するワークショップ等を開催して（No.2-1）、科学的な共通認識を醸成し、問題解決の方向性を合意していく。このような長期的視点をもつ核となる総合的なプロジェクトの形成が必要である。ただし、網羅的なテーマを選ぶと案件が巨大化・複雑化し、結局は成果を上げられない可能性があるため、比較的合意が得られ易い特定のテーマに絞って支援を始め、成功体験を積み重ねて徐々にテーマを増やしていくというようなアプローチが望ましい。

このようなプラットフォームで解決策の方向性が合意できれば、解決策を実施していくステージとなる。しかしながら、十分に機能するプラットフォームの形成には一定の時間と労力が必要となることが予想される。そのため、早期に着手できる可能性のある協力として、これまでの我が国による支援実績や我が国に比較優位のある特定テーマに関連する案件も検討すべきである。このような案件では、我が国の実績や優位性を活用して調査･分析精度を高め、必要であれば前述の総合案件のプラットフォームを活用して合意形成を目指し、問題解決を促進していくことも検討する。このようにして、我が国の協力の相乗効果を図っていくことも重要である。

例えば、JICA は MRC に対して古くから水文観測能力強化に係る支援を行い、最近では日本政府による水文観測機器の供与（令和 2 年度「無償資金協力「メコン河流域洪水･渇水対策計画（MRC 連携）」」もあり、案件 No.3-1 は有望である。ここで目指す渇水と洪水の対応能力強化は、MRC SP 2021-2025 の成果の一つとしても位置付けられており、この分野における我が国の支援に期待が寄せられている。その意味から、MRC SP 2021-2025 の活動促進と次期 SP2026-2030 策定支援を予定する案件 No. 3-4 と合わせて実施することでより効果的な協力の可能性が生まれると考える。これら案件においても、単に計画を立案するだけでなく、関係国･機関の協力を得て、現実的かつ有効な協力となるよう、合意形成および課題解決の可能性を十分に考慮すべきである。

また、優位性のある技術テーマとしては、JICA は SATREPS「トンレサップ湖における環境保全基盤の構築」を実施しており、今後は新たにダム操作を含めたメコン河流域全体の流況シミュレーションに係る研究についても検討の余地があると考えられる。さらに、ダム堆砂や排砂および流域の総合土砂管理に係る知見については我が国の優位性は高い。このような特定テーマを選定して、総合的に調査･分析し、対応策オプションを提言し、合意形成を進めて課題解決に貢献していくべきである。

共通課題としての人材育成は、我が国に優位性があり、関係する国や機関の人材を集めた本邦での教育･研修は、能力強化および信頼醸成において非常に有効である。メコン河流域各国を対象とした人材育成に関する支援（案件 No.4-1 と No.4-2）は、持続可能性の強化に欠かせない協力であり、並行して進めることが重要である。

以上により、現時点で我が国が協力すべき案件（候補）は次のとおりである。

(1) 以下の３つを組み合わせて問題解決の合意形成を図る核となる案件

- No. 1-2：メコン河流域における持続可能な水資源管理に関わる政策提言研究
- No. 1-6：学識経験者の科学情報ネットワークの設立・運営支援
- No. 2-1：特定テーマによるワークショップ（シリーズ）の企画立案と開催

(2) 具体的な緩和策・適応策の促進に貢献する案件

3-1：渇水・洪水に関する対応能力強化と警報システムの開発

3-4：MRC SP 2021-2025 の活動促進と次期 SP 2026-2030 の策定支援

(3) 人材育成に貢献する案件

4-1：越境水資源源管理に関わる課題別研修

4-2：人材育成奨学計画（JDS）制度を活用した人材育成

添付資料 A

ヒアリング調査結果(協議メモ)

A. ヒアリング調査結果（協議メモ）

ヒアリング先リスト

No.	機関名	主対応者氏名(敬称略)	実施日	頁
1	Cambodia National Mekong Committee (CNMC)	Kol Vathana,Sin Samnang	2021.01.26	A-1
2	Ministry of Environment (MOE)	Chea Leng	2021.01.26	A-5
3	Ministry of Mines and Energy (MME)	Chy Chanrasmey	2021.01.26	A-7
4	Fisheries Administration, MAFF	Touch Bunthang,Chay Kongkruy	2021.01.27	A-9
5	World Bank	Virak Chan	2021.01.27	A-13
6	Asian Development Bank (ADB)	Piseth Long,Alvin Lopez,高久竜太郎	2021.01.27	A-16
7	Tonle Sap Authority (TSA)	Lim Puy, Viseth Sin	2021.01.28	A-20
8	Institute of Technology of Cambodia (ITC)	Om Romny,Kong Chhuon,Or Chanmoly	2021.02.01	A-22
9	MRC; Regional Flood and Drought Management Center (RFDMC)	Khem Sothea,Nike M. Hestermann	2021.02.01	A-26
10	German Agency for International Cooperation (GIZ)	Bertrand Meinier,Nike M. Hestermann	2021.02.01	A-29
11	Ministry of Water Resources and Meteorology (MOWRAM)	Pich Vesna,H.E Dr. Theng Tara	2021.02.02	A-33
12	シェムリアップ淡水魚研究所	佐藤智之	2021.02.04	A-37
13	Thuy Loi University	Nguyen Trung Viet	2021.04.20	A-39
14	Can Tho University(dragon institute)	Nguyen Hieu Trung、他	2021.06.09	A-42
15	SIWRR (Southern Institute of Water Resources Research)	To Quang Toan、他	2021.07.09	A-46
16	Asian Development Bank	Stefania Dina	2021.07.09	A-49
17	MRC (Mekong River Commission)	So Nam	2021.05.28	A-52
18	WB (World Bank)	Shelley Mcmillan	2021.06.30	A-56
19	ラオス国電力アドバイザー	餘語、小藪	2021.10.22	A-61
20	AfD Laos	Khonesavanh、他	2021.11.10	A-66
21	オーストラリア大使館	John Dore	2021.12.01	A-69
22	Fair Finance Thiland	Sarinee (Sal forest)、他	2021.12.02	A-72
23	清華大学	倪、田	2021.12.08	A-75
24	Stock Exchange Thailand	Nareerat, Mr. Tanawat	2021.12.13	A-78

東南アジア地域

メコン河流域における環境社会に配慮したダム運用に係る情報収集・確認調査

Cambodia National Mekong Committee (CNMC)に対するヒアリングメモ

日時： 2021 年 1 月 26 日（火）10:00～11:30（カンボジア時間）

方法： Zoom 利用によるウェブ会議

参加者： CNMC；Kol Vathana (Deputy Security General), Sin Samnang (Director of Human Resources Development)
JICA； 永田、濱野
日本工営；元木、奥田、勝濵、Sopheak（カンボジアより参加)、植松、大野（日本より参加）

【事前配布資料】

- Concept Paper
- Discussion Items with Cambodia National Mekong Commission (CNMC)

【議事内容】

参加者の自己紹介と元木による案件の概要説明に続き、以下の議論が行われた：

- (Q1) CNMC の役割カンボジア国内の関係機関、地方自治体などと調整のうえ、カンボジア国の政策に従って、メコン流域における開発、管理計画の策定することである。国際機関や二国間協力機関との協力や流域住民に対する啓発活動を含む。カンボジアの関係省庁の職員で構成される。(Vathana)
  - 専属の職員は何名いるのか？（元木）
  - 35 名いる。国際協力、計画、人材育成、総務・財務、情報ナレッジマネジメントの 5 つの部局で構成される。(Vathana)
  - CNMC は独立組織か、あるいはいずれかの組織に含まれるのか？（元木）
  - 独立組織であるが、MOWRAM が CNMC の Chair person を出すと規定されており、関係が深い。(Vathana)
- 組織拡張や人員増は必要か？（元木）
  - 職員の人数は十分であるが、組織上は何名か足りない部分がある。問題は職員の能力であり、職務を遂行するためのキャパシティビルディングが必要である。(Vathana)
- (Q2) CNMC は関係機関との調整に重要な役割を持ってあり、MRC との連絡、調整も担っている。95 年の Mekong Agreement に手順が示されており、技術ガイドラインの整備も含まれている。カンボジア国内の政策と MRC の計画は、整合が取られている必要がある。(Vathana)
- (Q3) 前述のとおり CNMC には 5 部局ある。MRCS にも計画、環境などの部局があり、CNMC の部局は MRCS の各部局に対応している。例えば、CNMC の計画部局は、MRC の環境部局と調整を行っている。CNMC の計画部局には環境省など関係省庁の専門家が在籍している。(Vathana)

- (Q4) 現状ではカンボジア国内の調整、MRC との調整で問題は生じていない。ただし、4 加盟国の調整にはいくぶん問題がある。加盟国によっては協力に対する Willingness が不十分な場合がある。自国の利益に関心があり、流域の利益が重視されないケースがある。また、計画の内容の理解について不一致が生じる場合がある。(Vathana)
- (Q5) 2/1 (月) 午後には CNMC 事務所を訪問する。時間や面会希望相手は後程連絡する。その際に MRC の Regional Flood and Drought Management Center (RFDMC)も訪問する。(元木)
  - CNMC 訪問は問題ないが、RFDMC については MRCS と調整してほしい。2 機関は同じ建物にある。(Vathana)
- 本調査では、ダムの環境に対する影響を明らかにしたいと考えている。ダムの建設、運用に関して最も深刻な課題は何か？ トンレサップを含め、中国など上流ダムの影響をどう考えるか？ (元木)
  - メコン本流のダム建設に関しては、Prior Consultation を実施している。Sanakham Dam についてはこれを今実施している。ラオスでは Xayaburi、Don Sahong Dam がすでに運用されている。当方の私見であるが、環境に対する影響はダムによるものだけではない。気候変動も大きな影響を与えている。トンレサップの上流を含むカンボジアの高地では Flash Flood も起きており、これも環境に影響を与える。(Vathana)
  - ラオスを含む支流の開発も大きな影響を与えている。カンボジアでは小規模の 2 案件が計画されているだけである。カンボジア国土の 86%はメコン流域であるが、他の計画はメコン流域外の計画である。従って、カンボジア国内の影響は小さく、上流の各国の開発の影響が多い。水力開発には流域内と流域外への転流計画もある。水位変動の変化はトンレサップの魚類に影響を与えている。(Vathana)
  - 土砂移動についても生態系に対する栄養塩供給の面からも、注目が必要である。土砂が流下する限りは漁獲を維持できるが、上流側の開発が問題を生じさせている可能性がある。ただし、上流側開発の詳しい情報はわからない。(Vathana)
  - 調査団はトンレサップ、メコン本流も訪問、下流側の河岸浸食についても現場視察を行う予定である。(元木)
- 土砂移動に関して、本流では中国国内のダム、ラオスの 2 基のダムがすでに建設されている。カンボジアでも計画があったが、凍結されているとの報道がある。開発政策に関して何らかの変更があったのか？ あるいは MME など関連省庁の方針か？ (元木)
  - カンボジアには本流に Stung Treng と Sambor Dam の計画がある。ただし、状況の詳細はわからない。MME のドラフト Strategic Plan には 2 基の計画が掲載されているようであるが、同省に詳細を確認してほしい。(Vathana)
- 本流カスケードダムが完成すれば、魚道や土砂吐きも設けられると考えられるが、土砂移動は完全には維持できないと考えられる。3S の動向にも注目が必要である。3S には多くのダムが建設、あるいは計画されている。土砂移動に関する状況改善のために、調整を強化する必要性や、方法を考えているか？ (元木)
  - 本流の水力開発に関しては、Xayaburi の Prior Consultation の経験を経て、方法が改善

された。6 か月では時間が不足する。特定の案件については Joint Action Plan を作ることになった。ここでは、案件のモニタリング計画も含まれ調整が可能になった。Joint Environment Monitoring Plan も実施されている。水力のカスケード運用についても検討することになっている。しかし、各加盟国の Willingness を心配している。これらの検討結果を実施につなぐ方法についても、これまでの経験から懸念がある。国家主権の問題にも関連するため複雑である。Willingness と、各国の利益、流域の利益の調整が重要である。(Vathana)

- 3S の水力開発に関しては、カンボジア、ラオス、ベトナムの 3 国が関与する。53 案件が建設、計画されている。Se Kong には 29 案件があり、7 案件が建設中である。Se San には 12 案件があり、ベトナムの 7 案件、カンボジアの 2 案件が運用されている。Srepok には 11 案件があり、ベトナムの 7 案件が運用されており、カンボジアの 4 案件が計画中である。3S については 3 国の調整、3 国の協力に関する Willingness が重要である。（Vathana）

- 3S 流域も訪問したいと考えている。課題解決の方法を検討する。関係諸機関とも協議する。（元木）
- JICA 濱野氏からは、MRC と CNMC の水文データ取得、共有の役割分担に関する質問が投稿されている。(元木)
  - CNMC は調整機関であり、実施機関ではない。MOWRAM などの関連諸機関が、各省庁の役割に応じて実施を担う。これらの実施機関が観測やデータ取得を行う。Procedure for Information and Data Sharing がある。これに従って、守秘義務を要するもの、公開するものなどのデータの仕分けが行われる。これを CNMC が MRC に伝えることになる。カンボジアにとっては、カンボジア国内の水文データだけではなく、例えばタイなど他国の情報も必要であり、CNMC はこれを MRC に伝える。全てのカンボジアの MRC に対する調整は、CNMC を通じて行われる。(Vathana)
- MRC がいつでもすべてのデータを所有しているわけではない。データマネジメントは複雑であり、MRC と CNMC がこれらの調整を行う。(Vathana)
- ご指摘の Political willingness は非常に重要である。MRC との会議も実施した。MRC とは、例えば PMFM (Procedures for the Maintenance of Flow on the Mainstream)の改訂、Benefit sharing など、次の 5 年の計画（SP）について協議しているか？ 具体案件について MRC と協議しているか？（奥田）
  - SP に関して、また具体的案件について協議している。環境流量、魚類などについても協議している。MRC は加盟国との協議、合意に基づいて計画を策定する。合意は容易ではない場合もある。Sanakham 水力計画に関する協議は FS が古いこと、利用されているデータの信頼性などの課題があり中断している。気候変動についても協議を行っている。（Vathana）
  - 財務面の協議については詳しくは承知していない。(Vathana)
- トンレサップの現場訪問を計画しているが、訪問すべき場所の推薦はあるか？（元木）
  - 開発の環境、社会への影響に関心があるということなので、トンレサップ周辺のコミュ

ニティを訪問して、政府機関、住民など異なるステークホルダーと対話するとよい。気候変動の影響も聞いてみるとよい。(Vathana)

- 水上生活集落も訪問予定である。昨年 9～10 月の洪水被災地区も訪問したい。MOWRAM には優先案件があるようなので、これについても同省に対して確認する。(元木)

- 2019 年以降の渇水に関して考えを伺いたい。(元木)
  - エルニーニョが渇水に影響を与えているなど議論を続けている。洪水には 2 種あり、局所的な Flash flood と広域の洪水である。カンボジアには大きな Storage がなく、Storage 能力強化は、渇水、洪水の有効な解決手段であり、議論を続けている。(Vathana)
  - ダムというと水力開発と混乱するので、渇水や灌漑などの目的に利用するものを我々は"Storage"と呼んでいる。(Vathana)
- CNMC とは対話を続けたい。我々の調査結果についてもフィードバックする。(元木)

以上

東南アジア地域

メコン河流域における環境社会に配慮したダム運用に係る情報収集・確認調査

Ministry of Environment (MOE)に対するヒアリングメモ

日時： 2021 年 1 月 26 日（火）13:00～13:50（カンボジア時間）

方法： Zoom 利用によるウェブ会議

参加者： MOE； Mr. Chea Leng (Deputy Director, Environmental Impact Assessment (EIA) Department)

日本工営；元木、奥田、勝濵、Sopheak

【事前配布資料】

- Concept Paper
- Discussion Items with Ministry of Environment (MOE)

【議事内容】

参加者の自己紹介と元木による案件の概要説明に続き、以下の議論が行われた：

- 説明に感謝する。質問に関しては MOWRAM と Tonle Sap Authority、CNMC や、MOE の Wetland Department、MME の Department of Hydropower、MAFF の Department of Forestry が回答できると思う。EIA Department にとっては、調査団の質問は広範すぎる。(Leng)
  - Wetland Department の誰に連絡すればよいか？（元木）
  - Mr. Srey Sunleang, Director of Wetland Department に連絡するとよい。JICA カンボジア事務所を通じて連絡するのが良い。(Leng)
  - JICA カンボジア事務所からはすでに大臣あてに提出している。(元木)
  - 担当する部局を示して連絡するのが良い。(Leng)
- Sina 副局長が Leng 氏を紹介してくれたので連絡した。適切な部局（担当者）に連絡する。（元木）
  - MOE には 6 つの総局があり、Wetland Department は Sina 総局長の配下ではない。EIA は Sina 総局長の配下なので、指名されたのだともう。(Leng)
- MOE には General Directorate of Environmental Education、Wetland Department が属する General Directorate of Protection and Conservation of Natural Resources, General Directorate of Community, General Directorate of Finance などがある（Leng）
- 国内の水力開発に関する EIA、上流各国の開発について伺いたい。General Guideline of EIA などカンボジアには法制度がすでによく整備されていると理解している。(奥田)
  - EIA を実施するためのツールがすでに整備されている。ただし、特定の分野の案件に対する制度はまだ整備途上である。EIA 局は 74、75 名の職員で構成され、MOE では最大である。(Leng)
  - 本局で国内のすべての EIA 実施しているわけではない。(Leng)
- 水力に関する EIA ガイドラインはあるか？（奥田）

- 水力特定のものはない。Terms of Reference for Infrastructure があるのみである。(Leng)

- 多数の EIA 案件があり、人数が不足するのではないかと思う。土地権利や住民参加などの課題もあるか？（奥田）
  - EIA Department は MOE では最大組織であるが、すべての案件を網羅するためには職員は不足している。ただし、財源にも限りがあって強く要求はできないので、徐々に組織を強化したい。(Leng)
  - EIA には分野を超えた専門性が必要である。カンボジアでは Inter-ministry meeting がある。水力の場合は MME、MOWRAM などの関係する省庁も参加して協議することになる。EIA Department は調整の役割を担う。(Leng)
- Draft Environment and Natural Resources Code はまだ整備中であるか？ SEA、Climate Change は重要であると思うが、Draft Code の状況はどうか？（奥田）
  - まだ Draft の状況である。国としての越境アセスメントの制度がまだ存在しない。EIA に関しても MRC が調整を行うことになる。(Leng)
  - SEA についてもカンボジアでは制度が整備されていない。(Leng)
- EIA ガイドラインでは、住民の意見はどのように取り入れているのか？（元木）
  - EIA レポートをレビューして、地方政府機関、住民など意見を聞くとともに、Public Consultation も開催する。あらゆる案件はこれらの手順に従うことになる。(Leng)
- トンレサップの水上集落を訪問して、移転したいかとどまりたいかなど、住民の意見を聞きたいと考えている。(元木)
  - 水上集落については十分に承知していない。(Leng)
  - メコン本流からの逆流が減っており、漁業にも影響を与えていると聞いている。住民の生活手段、生計維持に関する意見を聞きたい。(元木)
  - Tonle Sap Authority が詳しい情報を持っていると思う。(Leng)
- MOE の担当部署にも連絡する。Directorate General of Protection and Conservation of Natural Resources の総局長の名前を教えてほしい。(元木)
  - Mr. Kim Nong である。(Leng)

以上

東南アジア地域

メコン河流域における環境社会に配慮したダム運用に係る情報収集・確認調査

Ministry of Mines and Energy (MME)に対するヒアリングメモ

日時： 2021 年 1 月 26 日（火）15:00～15:55 （カンボジア時間）

方法： Zoom 利用によるウェブ会議

参加者： MME； Chy Chanrasmey (Director of Hydropower), Lek Vasopanha (Science and Technology Department; 主に通訳として参加), 渡壁 JICA 専門家
日本工営；元木、奥田、勝濵、Sopheak

【事前配布資料】

- Concept Paper
- Discussion Items with Ministry of Mines and Energy (MME)

【議事内容】

参加者の自己紹介と元木による案件の概要説明に続き、以下の議論が行われた：

（MME の発言者は Mr. Lak Sophana であったが、Mr. Chea Chanreasmey の発言を英訳したものが多いので、記録の発言者は"MME"とする）

- (Q1)カンボジアは 2020～2030 の中期 MP（中国電力実施）と、ADB の TA として実施している 2020～2040 を対象とする長期 MP（Intelligent Energy Systems，オーストラリア）の 2 つの計画がある。Sambor Dam についてはまだ FS の段階である。(MME)
  - Sambor については凍結されているのか、あるいは実施に向けて進んでいるのか？ 開発政策に変更があるのか？（元木）
  - Sambor については中期計画には入っていないが FS は続いている。(MME)
- (Q2) MME は水力開発の監督機関である。O&M については EDC が責任を持つ。(MME)
  - カンボジアには多目的ダムは多くないと思うが、多目的の場合の責任官庁はどうなるのか？（元木）
  - 多目的ダムもあるが、現状では主目的は水力発電である。(MME)
- (Q3) 大きな課題は 2 つあり、1 つは Energy efficiency、2 つ目は地方電化である。MME では ADB コンサルタントによって Energy Efficiency の調査を実施している。地方電化については、未電化住居が島嶼部やリモート地区に位置しており、電化促進のために日本を含む国際支援を期待している。(MME)
- (Q4) 3S では建設済み、計画中の水力案件が多く存在する。土砂移動も課題になっている。流下土砂の減少は深刻度を増している。課題解決に向けて何らかの議論は行われているか？（元木）
  - あいにく Lower Sesan 2 Dam には訪問できない。事業会社の許可が必要であるが、現状では手配できない。(MME)
  - 流域保全や土砂管理に関するベトナムとの協力に関しては、共同調査を実施している。

95 年の Mekong Agreement に基づき、支流の開発を含めて、他国が実施する事業については MRC が CNMC を通じて連絡することになっている。(MME)

- すべての調整は CNMC を通じて行うのか？ MME も CNMC に属していることになるのか？（元木）
  - MME は CNMC のメンバーは出しているが、組織としては属してはいない。開発計画については CNMC を通じて MRC に通知することになっている。(MME)
- (Q6) 土砂管理に関して、カンボジアにはガイドラインなど存在するか？ 課題解決に向けた活動はあるか？（元木）
  - カンボジアでは 7 件の水力案件が稼働している。今のところ、土砂に関する大きな問題は存在しない。(MME)
- トンレサップ湖流域にはダムがあるが、水力ダムにおいて土砂の問題はないか？（元木）
  - 7 件の水力案件はトンレサップの流域外に位置しており、トンレサップ湖には影響しない。(MME)
- MP は入手することはできるか？（奥田）
  - MP は 2020 年に改定している。現在、2020～2040 のものを策定している。これは非公表であるので別途お話する。(渡壁)
- MME は環境、社会課題に関するガイドラインを有しているか？（奥田）
  - ガイドラインは環境省のものに沿っている。MME は開発ポテンシャルについて検討しており、環境面についても受容可能な案件を採択している。
- 環境省と意見をやりとりして、計画を策定、実施しているということか？（奥田）
  - MME でも MRC が提供する評価ツールを採用している。ただし、環境についてはあくまでも環境省が責任官庁であり、MME は内部で評価を行っているだけである。
- 水力案件に対する投資に関して、事業家は ESG などを気にするようになっている。カンボジアでも事業会社は環境問題を気にかけているか、あるいは案件からの便益に最も大きな関心を持っているのか？（奥田）
  - 6 件の IPP 案件があるが、これらはすべて民間企業が投資したものである。これらは所定の手続きを経て計画、実施されたものである。(MME)
- MME には日本の支援を期待する優先案件があるか？ 優先案件の ADB など国際機関や二国間支援への分配は行っているか？（元木）
  - 中期 MP（2020～2030）では 11 件の水力案件実施を提案している。これらの 11 件は全て民間開発によるものであり、事業会社が調査を実施、FS の結果を提出済みである。国際案件や二国間案件との協力予定はない。(MME)
- 今後についても意見交換をお願いしたい。（元木）

以上

東南アジア地域

メコン河流域における環境社会に配慮したダム運用に係る情報収集・確認調査

Fisheries Administration, MAFF に対するヒアリングメモ

日時： 2021 年 1 月 27 日（水）10:00～11:30（カンボジア時間）

方法： Zoom 利用によるウェブ会議

参加者： MAFF ； Touch Bunthang (Acting Director of Inland Fisheries Research and Development Institute (IFReDI), Fisheries Administration), Chay Kongkruy (同 Deputy Director)

日本工営；元木、奥田、勝濵、Sopheak

【事前配布資料】

- Concept Paper
- Discussion Items with Fisheries Administration (Community Fisheries Department), Ministry of Agriculture, Forestry, and Fisheries (MAFF)

【議事内容】

参加者の自己紹介と元木による案件の概要説明に続き、以下の議論が行われた：

- (Q1) カンボジアでは漁業が重要であり、漁獲には栄養塩など様々な要素が影響している。漁獲量減少の要因の第 1 に需要増がある。魚類はカンボジア人の主要たんぱく源になっており消費量も大きい。第 2 の問題は、魚類の生息環境の変化である。農業開発などが影響している。他に、農業開発による水路の変化、電気的方法の利用など漁獲方法の変化、Xayaburi や Don Sahong などの水力開発やこれに伴う魚類の移動の制限が魚類の生息に影響している。(Bunthang)
- カンボジアでは、魚種は回遊の距離により White Fish、Grey Fish、Black Fish の 3 種に分けられる。Migratory Fish は 80%に達するが、これが本流や 3S の水力開発の大きな影響を受けている。これに加えて、気候変動の影響がある。土砂採取などの鉱業も影響を与えている。(Bunthang)
- 解決法として Fisheries Administration は、Flooded Forest の保全、保護地区の設置、養殖、法制度の強化、漁業管理の強化、EIA の強化などの対策をとっている。(Bunthang)
- 漁業については新技術の導入が他分野と比較して遅れている。漁業は分野横断の取組みが重要である。PPP の利用も検討しているが、ネットワークの不足、脆弱な財源などによって十分な研究を行うことができていない。持続可能な漁業が重要であり、魚類の生息環境の変化がもっとも大きな問題であるが、十分な対策をとることができていない。（Kongkruy）
- EU などの開発パートナーが Forest Management や Community Fishery などで漁業分野での支援を行っている。（Kongkruy）
- 主要な技術論文、報告書としては、”Evidence of indiscriminate fishing effects in one of the world’s largest inland fisheries”(2018) や”Flow alterations by dams shaped fish assemblage

dynamics in the complex Mekong-3S river system"(2018)が挙げられる（別紙参照）。(Bunthang)

- 今年はEUの支援により、トンレサップを含む全国の漁獲調査を実施予定である。(Bunthang)
  - 理解を深めたいので、文献を共有してほしい。(奥田)
  - Emailで送付する。(Bunthang)
- トンレサップ湖に関連して、SATREPS の報告書ではメコン本流からの逆流が減少傾向にあることが示されている。漁業に対する影響など、この現象をどう考えるか？　また将来的な変化をどう考えるか？(元木)
  - 一つの機関だけではこの水位変化について解明するのは困難であり、MOE などとの協力が必要である。ドナーの協力も得て、洪水の変化が漁業に与える影響を調べる必要がある。ただ、開発と環境保全の両立を完全にできるわけではないが、私自身は解決法を見出すことができるのではないかと楽観的に考えている。例えば、スマート農業により水利用を減らすことができる。他分野とも協力のうえ、解決方法を見つける必要がある。漁業需要は減少傾向にあり、栽培漁業の促進なども解決法になる。(Kongkruy)
- 逆流や水位変化が漁業に与える影響の調査や研究を実施している、あるいは知っているか？(奥田)
  - MRCのCouncil Studyがこれらの情報を含んでいる。(Bunthang)
- (Q2) Agriculture Strategic Development Plan 2019-2024 では内水面漁業の漁獲量として500,000トン/年の目標を設定しており、このうちトンレサップ湖が60%を占める。National Strategy Development Plan、National Strategic Plan of Green Growth、Agriculture Masterplan 2030などでも漁業について言及している。Rice field fisheryやcommunity fishery推進などのプログラムで漁業資源の保全を含む持続可能な漁業振興に努めている。しかし、長距離の回遊性魚種の減少が懸念されている。産業全体の中の漁業の重要性が低下しており、商業的関心の維持も課題になっている。(Bunthang)
- 漁業のモニタリング計画については、州の農水局の情報に基づいており、これを中央政府が取りまとめている。計画局がアンケート調査の様式を用意しており、この回答を各州から集めるのが現在の方法である。漁獲高予測については計画に基づいているだけであり、科学的予測に基づいていない。将来的には科学的根拠に基づいた漁獲高予測を行いたい。(Kongkruy)
- ヨーロッパによる調査はCAPFISHとよばれるものか？(奥田)
  - そのとおりである。EU 支援により、Inland Fishery の新システム導入を予定している(Bunthang)
- (Q3) Aquaculture (Agriculture) Strategic Development Plan; SP2019-2023 で、Fishery management と conservation について述べている。Aquaculture development（要確認）Fisheries Administrationの役割は3つ①法制度執行体制の強化、②、③である。2030年に向けたASDPも作成中である。Fishery 2024 Strategic Planning ; もう一つはESDP 2030である。SPS (Strategic Plan for Fishery) 2015 to 2024 これらが基本となる計画である。SPSにはfour pillarと two programがある。これらは全国を対象にしている。(Bunthang)

- ➢ これらは共有してもらうことができるか？（奥田）
- ➢ 共有できる。英語版とクメール語版がある。（Bunthang）

- （Q4）この 10 年で達成できたことは多い。第 1 に全国を対象とした漁業保護地域における Community Fishery である。これらで漁業管理の方法が確立された。全国を対象としているが、4 州で Community Fishery Networking も達成した。（Bunthang）
- コミュニティを対象としたキャパシティビルディングも実施して効果を上げている。一方、漁村は漁業だけでは発展できず、他分野との連携が必要であることが課題である。また財政基盤が、外部資金に頼っており持続的になっていない。キャパビルについても、質的向上を図る必要がある。漁村は土地価格の上昇、民間企業活動の影響も受けており、漁業以外の産業への以降も起きている。違法漁業も問題になっている。現在は 1 コミュニティあたり 1,000 ドルの財源しかなく、外部資金の導入も必要である。（Bunthang）
- Community Fishery がうまくいっていないのか？（要確認）（奥田）
  - ➢ 地方分権が進んでいる。400 コミュニティでは漁獲が上昇しているが、全国的にみるとまだ一部である。（要確認）（C）
- （Q5）MRC との協力が 20 年以上続いている。#3 #4 Fish monitoring の 4 つの活動を実施している。CNMC や関連政府機関との協力、大学との共同研究も実施している。2 か月毎に関連機関との連携会議も実施している。WB, ADB, JICA, USAID などの開発パートナーとも対話を続けている。WB の 100 万ドルの資金で、COVID-19 下の Community Fishery 事業も実施している。（Bunthang）
- MOE の Biodiversity 局などの取組との重複もみられ、協力や調整が十分でないケースもあるが、多くの取組では協力、調整がうまく進んでいる。（Kongkruy）
- ○○TSA、MRC（要確認）MRC の○○については TSA と担当地区を分けて担当している。（Bunthang）
- Community fishery については、コミュニティが自分たちで実施しているのか？（奥田）
  - ➢ そのとおりである。Community Fishery Committee があり、このメンバーが Community Fishery Management Plan（3 年計画）を策定して実施している。ガソリンなどの費用負担。（要確認）（Bunthang）
- 河川横断構造物に設置する魚道に関して、Lower Se San 2 には魚道はあるか？（元木）
  - ➢ ある。ただし、機能しているかどうかについては情報がなく調査が必要である。2019 年にはガイドラインを作っているが、これに沿った評価がまだ行われていない。これを Q6 の質問に対する活動として実施してほしい。（Bunthang）
- （Q6）トンレサップの漁業の実施状況に関する調査、② ③Flooded Forest のインベントリー、④トンレサップの stock assessment、⑤ダムのインパクトに関するモデリング、トンレサップの研究、⑩絶滅危惧種の調査、これに関して検討をお願いしたい。（Bunthang）
  - ➢ これらのリストを送ってもらえないか？（元木）
  - ➢ 承知した。他のものも合わせてメールで送付する。（Bunthang）
  - ➢ 計画など英語の情報があるものは送ってほしい。（元木）
  - ➢ 承知した。（Bunthang）

- 今後も意見交換を続けたい。(元木)
  - 承知した。(Bunthang)

以上

東南アジア地域
メコン河流域における環境社会に配慮したダム運用に係る情報収集・確認調査
世銀 Virak Chan 氏に対するヒアリングメモ

日時： 2021 年 1 月 27 日（水）13:30～14:30（カンボジア時間）
方法： Zoom 利用によるウェブ会議
参加者： World Bank； Virak Chan (Water Resources Management Specialist)
JICA； 永田、濱野（本部)、加治（中国事務所）
日本工営；元木、奥田、勝濵、Sopheak

【事前配布資料】
- Concept Paper
- Discussion Items with World Bank (Cambodia)

【議事内容】
参加者の自己紹介と元木による案件の概要説明に続き、以下の議論が行われた：
- 世銀のカンボジア事務所で私は水資源を担当している。同僚は衛生などを担当しており、20 名の職員がいる。私はベトナムとラオスも担当している。来年からはミャンマーも担当する。流域のすべての国に事務所が 1 つずつある。ミャンマーだけは例外でヤンゴンとネピドーの 2 か所に事務所がある。(Chan)
- 世銀には 10 年以上勤務している。以前は上下水を担当していたが、現在は水資源を担当している。(Chan)
- (Q1) 私は IWRM Project の Task Leader である。カンボジア政府に IWRM の基盤を作り、キャパシティビルディングを行うことが第一の目的である。住民の生計向上も目的にしている。カンボジアは下流に位置しており、上流側の影響を受ける。政府内に意思決定システムを整備して、洪水などの状況を把握できるようにすることを目指している。本支流の水文観測設備の整備を進め、Flush Flood の把握もできるようになった。キャパシティビルディングを通じて水文モデリングの状況が改善され、上流諸国との対話ができるようになった。(Chan)
- この IWRM 案件はカンボジアだけではなく、ラオス、ベトナムでも実施している。本案件の多国間コンポーネントを通じて、95 年の Mekong Agreement にも沿った多国間の調整にも役立てられるようになった。(Chan)
- キャパシティビルディングは、関連政府機関の調整、協力がなくては成功しない。メコン流域では、各国の政治的理由によって協力が制限される場合がある。意思決定は科学的証拠に従って進められる必要がある。持続可能な方法で対話が進められる必要がある。これらが本案件を通じて得られた教訓である。(Chan)
- カウンターパートのキャパシティビルディングについては、流域国の関連機関や MRC が関わっているのか？ このメカニズムについて教えてほしい。(元木)
  - MRC 加盟 4 か国に対する MRC の役割は調整である。MRC は加盟国に対するキャパシ

ティビルディングの役割も担っている。また、専門的な観点から、加盟国を調整の席につかせる役割も担っている。各国にはそれぞれ National Mekong Committee があり、各国内の関連省庁の調整を担っている。エネルギー、漁業、環境などの関連省庁の調整、情報共有が意思決定に必要である。MRC は洪水や渇水、環境など様々な分野への対応が必要であるが、最も重要な役割は水力開発に関する調整である。(Chan)

- なぜカンボジア北部を案件の対象地にしたのか？（奥田）
  - 世銀はすでに 3 フェーズにわたり案件を実施している。95 年の Agreement では、データの共有、各種 Procedure の整備が記載され、フェーズ 1 では世銀はこれらの整備を支援してきた。フェーズ 2 では越境水資源管理に関して支援を行った。フェーズ 1 はラオス、フェーズ 2 はベトナム、フェーズ 3 はカンボジアが対象である。カンボジア北部を扱う理由は、越境河川である 3S を含むからである。(Chan)
- IWRM の 2 つのコンポーネントのうち、漁業コンポーネントについて聞きたい。(濱野)
  - メコン川の開発は速度が加速している。水力開発を止めることはできないが、上流側の開発の負の影響を抑えないといけない。住民生活はメコン流域の漁業に依存しており、コミュニティのレジリエンスを保つ必要がある。違法漁業を制限して、適切な漁業振興を進める必要がある。漁業コンポーネントの 2 つ目は Stung Treng の養魚センターの整備である。これにより回遊性魚種の保全、漁業の商業化、次世代に向けた保全を進めている。Fisheries Administration と協力して進めている。(Chan)
- Community Fishery に対する支援も行っているか？（奥田）
  - 行っている。(Chan)
  - いくつのコミュニティを支援しているのか？（奥田）
  - Kratie の 35, Stung Treng の 35 コミュニティ、計 70 コミュニティを支援している。(Chan)
- (Q2) MRC とは対話を続けている。各国はそれぞれ経済的要求を持っているが、それぞれ役割が異なる。世銀は”Mekong Vision 3.0”を作成している。これは IWRM の考えに基づいて、各国の利益分配を目指すものである。メコン地域には LMC、ACMECS、日メコン、韓メコンなど 19 ものイニシアティブがあるが、同じ項目を同じ人が議論していることも多い。”Mekong Vision 3.0”では、異分野のシナジー効果を進めるものである。ここでは①水に対する理解、②メコンの管理、③得られる利益の向上に注目している。気候変動への対応も重要である。(Chan)
- 世銀は各イニシアティブの調整を行う考えがあるのか？（元木）
  - 私見であるが、世銀がメコン地域に対する影響を発揮しようとは考えていない。世銀の役割は専門的観点からの調整の促進であり、政治的な関与ではない。(Chan)
- MRC の BDS は 2030 年を対象にして、SP は 5 か年を対象にして、この中に計画案件も含まれる。これに関して MRC と協議しているか？（奥田）
  - MRC は世銀を含むステークホルダーと相談しているが、次の BDS は以前のものと大きな違いはない。SP の重要な点は Decentralization である。各国の能力開発とともに各国にリーダーシップを取らせようとしている。(Chan)

- 次の BDS は External stakeholder engagement に言及しており、LMC や ASEAN などの関与、特に LMC の役割を重視している。この点に関してどのように考えるか？（元木）
  - BDS で述べられている LMC に対する役割分担に関してよく承知していない。私見であるが、MRC にとって LMC は財政面からも重要になっているのではないかと思う。(Chan)
- 世銀は世界で多くの越境河川流域を扱っている。世銀がメコンの越境問題への関与は積極的ではないように思うのは、中国との交渉が困難であるからか？（永田）
  - 世銀はファシリテーションが役割であり、影響力の発揮は役割ではない。日メコン、韓メコンなどのイニシアティブは政治的な意思によるものである。Mekong Vision 3.0 でも世銀はファシリテーションの役割を担い、ステークホルダーを協議の席につかせることとしている。(Chan)
- 日本は小さな役割であっても、メコンに貢献できる役割を担いたい。(永田)
- (Q3) メコンデルタでは越境コンポーネントがあり、3S、メコンデルタについて検討している。3S については、カンボジアはベトナムの下流になる。カンボジアはインフラ不足により、メコンデルタでの水利用は少ない。塩水侵入は農業生産に影響を与えており、農業から漁業への転換も行われている。河岸浸食もメコンデルタの深刻な問題である。カンボジアとベトナムは協力して共通の課題に関する調査を行い、対策の計画を策定する必要がある。(Chan)
- 3S 流域に関してもベトナムとカンボジアの協力をより進める必要がある。(Chan)
  - 2015 年ごろにはベトナム政府主導によって Mekong Delta Study が実施されたが、これ以降協力は行われていない。(奥田)
  - ベトナムについてもキャパシティビルディングが必要である。ベトナムでは政府の能力不足をカバーするために Informal Water Resource Expert Group を作った。カンボジアにおいても説得力のある証拠を示すことができる人材が不足している。(Chan)
- (Q5) この質問に関しては私見でしか回答できない。Mekong Vision 3.0 では世銀の役割は、各国政府による各国の水資源に対する理解を進めることである。世銀は、各国政府が政治的理由ではなく、科学的知見に基づいて正しい意思決定を行うことを支援するシンクタンクの役割を果たす。いずれのイニシアティブ、協力のメカニズムも正負の面がある。各メカニズムは、相乗効果を得られるようにする必要がある。このためにはリーダーシップが非常に重要であるが、リーダーシップを十分に発揮している機関がない。(Chan)
- Mekong Vision 3.0 は公表されているのか？（元木）
  - Mekong Vision 3.0 については世銀サイトからダウンロードできる。(永田)
- 今後も意見交換をお願いしたい。(元木)

以上

東南アジア地域

メコン河流域における環境社会に配慮したダム運用に係る情報収集・確認調査

Asian Development Bank (ADB)に対するヒアリングメモ

日時： 2021 年 1 月 27 日（水）16:00～17:30（カンボジア時間）

方法： Zoom 利用によるウェブ会議

参加者： ADB； Piseth Long (Sr. Project Officer; Water Management and Agriculture, Cambodia Resident Mission), Alvin Lopez (Senior Agriculture and Natural Resource Specialist)（カンボジアより参加), 高久竜太郎 (Principle Water Resources Specialist, 本部より参加；カンボジア、ミャンマーなど担当）

JICA； 永田、大塚（本部)、加治（中国事務所）

日本工営；元木、奥田、勝濵、Sopheak

【事前配布資料】

- Concept Paper
- Discussion Items with Asian Development Bank (Cambodia)

【議事内容】

参加者の自己紹介と元木による案件の概要説明に続き、以下の議論が行われた：

- 私は Senior Project Officer でカンボジアの水資源、農業セクターを担当している。（Long）
- 私はカンボジア、ミャンマー、ベトナムを担当しており、今日は ADB ベトナム事務所から接続している。(高久)
- カンボジアで天然資源と農業で、特に水資源分野を担当している。(Lopez)
- (Q1) Tonle Sap 案件（TA 7610-CAM: Supporting Policy and Institutional Reforms and Capacity Development in the Water Sector）は 2015 年に完了した。Project Completion Report（PCR）がウェブサイトに掲載されているので参照してほしい。50102（Second Urban Environmental Management in the Tonle Sap Basin Project）も 10 年以上前に完了していて PCR を参照してほしい。TA7610(Supporting Policy and Institutional Reforms and Capacity Development in the Water Sector)はキャパシティビルディングを目的にしており、2019 年末に終了した。ここでは Water Resources Sector Development Project を支援した。PCR は 6 月末に完成しているが、許可を得た後に公開される。TA9915（Greater Mekong Subregion Climate Change and Environmental Sustainability Program）については知らない。(Long)
- Hanoi Action Plan（HAP; The GMS Ha Noi Action Plan 2018-2022）には水資源セクターのプロジェクトは掲載されているか？（元木）
  - 現在 Upland Irrigation and Drainage と PMP Flood Management の 2 件を担当しているが、Hanoi Action Plan についてはわからない。(Long)
  - おそらく Hanoi Action Plan については交通セクターが主対象である。(高久)
- TA7610 については、政策リフォームを目的にしており、流域計画の策定などの能力強化を

支援するものである。トンレサップ支流の２流域において、MOWRAM や地方政府とともに流域管理委員会を設立して、流域計画を策定した。更に農民水利用グループをつくった。また、水質保全などに関する法制度整備を提言して、今も協議されている。プロジェクトは満足な成果を得たが、中国政府支援による上流ダムの建設に関する調整や、委員会の能力強化は依然課題である。成果物は多くがウェブサイトにも掲載されている。（高久）

- TA7610 では大学学部生 120 名に対して水資源管理コースを提供した。カンボジア工科大学でこれを実施した。（Long）
- JICA が支援した MOWRAM の Technical Service Center for Irrigation and Meteorology の強化も行った。（高久）

- TA9915 については、まだ初期段階でコンサルが指名されたところである。気候変動適応策、財務面の検討などが含まれ、投資促進や生物多様性の保全も目的にしている。詳細はバンコクの担当者に直接聞いてほしい。カンボジアでは Irrigated Agriculture Improvement Project も進めており、National Water Resources Data Management Center の設立支援も含まれる。JICA の過去の支援とも関係するため、プロジェクトの設計にあたっては JICA とも相談しているはずである。（Lopez）
- MOWRAM には ADB の担当者はいるか？（元木）
  - Chan Sinath 次官が ADB、世銀、AIIB、European Investment Bank を含む国際機関を担当している。（Long）
- (Q2) ADB はトンレサップ流域の渇水に焦点を当てた TA を実施予定である。MOWRAM の洪水、渇水の早期警報に関する能力向上も目指す。MOWRAM だけではなく MOE や MAFF との協調も目指す。トンレサップ東部の Stung Sen 流域および、西部のバッタンバン、プルサットでの案件形成を目指す。JICA カンボジア事務所に対しては、JICA との協力の可能性についても連絡している。（高久）
- ADB は Tonle Sap Initiative のもとで、Tonle Sap Lowlands Rural Development Project、Urban Environment Project などを実施してきた。Biosphere Reserve の指定でも協力していると思う。ADB の環境分野に関する方向性は？（奥田）
  - 私の担当案件では Fishery Friendly Water Resources Approach を取った。魚道の整備など、農業だけではなく漁業にも留意した開発を考えている。Fish Friendly Irrigation Guideline も作り、MRC の Approval も得ている。（高久）
- (Q3) MRC が BDS の準備を開始した時には、ADB を含むドナーに対してアンケート調査を行った。MRC の機能を各国に分散することを検討していたと覚えており気がかりであったので、アンケートではこれについて記載した。ただし、BDS の Draft についても見ておらず、どうなっているかわからない。（高久）
  - Draft BDS は MRC サイトに公開されている。（元木）
  - この中では Hanoi Action Plan に言及されており、ADB との協力を期待するものであった。（奥田）
- ADB は過去には MRC に対する資金支援をしていたが、現在は実施していない。MRC は現在でも ADB の支援を期待しているが、ADB はオブザーバーの立場で助言している。ADB と

しては各国の National Mekong Committee に対する支援をより重視している。National Water Resources Data Management Center に関しては、CNMC も議論に参加している。GMS Platform Cooperation の議論はメコン川流域を焦点にしたものではないが、越境水資源問題も含んでおり、これには MRC も参加している。(Lopez)

- (Q4) LMC も GMS Platform の枠組みで考えている。GMS では Lancang-Mekong Agricultural Cooperation Center に対して協力している。(Lopez)
- MRC はまだ ADB にアプローチしていないので、何を期待しているかはわからない。MRC は加盟国による運営を志向しており、ADB が MRC を支援するとこの方向に逆行することになる。(高久)
- GMS のコンセプトの中で、どのように越境河川問題に取り組むのか？（加治）
  - GMS を通じて対話を促すことは行うが、越境水資源問題に関する案件は ADB では実施していない。(Lopez)
- ADB のエネルギー分野では、電力融通イニシアティブで越境課題に取り組んでいる。水資源分野でも越境問題を扱えるのではないか？（永田）
  - 電力融通についてはあいにく承知していない。ADB のエネルギー担当者が水力分野などで情報を有しているかもしれない。(高久)
  - ADB は過去には Rapid Basin-wide Hydropower Sustainability Assessment Tool (RSAT) の整備を支援している。(Lopez)
- JICA のこれまでの本調査の成果として、何らかの発見はあるか？(高久)
  - トンレサップの漁業、周辺部の農業にメコンの状況の変化が大きな影響を与えていることがわかっている。トンレサップの SATREPS チームからも情報を得ている。メコンの逆流の変化の影響もある。ただし、トンレサップの自流域の影響、気候変動の影響などもあり、トンレサップに対する影響の要因を見極めたい。(元木)
  - トンレサップで新案件を考えているので、その中で JICA 調査の成果も活用させてもらいたい。調査成果は公開されるのか？（高久）
  - 初期検討は 6 月に完了するが、公開されるかどうかはわからない。(元木)
  - 本調査では詳細検討は行わず、調査は基本的に公開されている文献などに基づいている。（奥田）
- JICA は MRC に対して長期にわたり支援をしている。JICA は将来的にどう MRC に対する協力を続けるのか？（高久）
  - JICA は MRC に対して水文モニタリングを主として専門家を派遣していたが、現在 MRC には JICA 専門家はいない。日本政府は農水省が MRC に専門家を派遣している。本調査では JICA がメコン流域に対してどういった支援を今後行うのか、越境水資源管理にも注目して検討している。(永田)
- 現在 JICA が行っている調査は、MRC が実施すべきものではないのか？　MRC は類似の調査を実施していないのか？（高久）
  - 本調査は JICA の MRC や各国、各セクターに対する支援を検討するものである。(永田)
  - 本調査を通じて JICA と MRC の協力の方向性についても検討している。(大塚)

- 水位変化のトンレサップに対する影響に関して、JICA の本調査は何らかの結論、要因に関する評価、トンレサップ流域のインフラの影響などに言及することになるのか？（Lopez）
  - 現状は情報収集を続けている段階であり、何らかの見解や課題解決について提案できるかはわからない。より詳細な要因把握のための案件を提案することになるかもしれない。１つか２つでも課題解決に関する提案を行いと考えている。（元木）
  - 本調査のゴールは JICA 案件の形成である。本調査の中で何がわかっているか、何がわからないかを明らかにする。（奥田）

以上

東南アジア地域

メコン河流域における環境社会に配慮したダム運用に係る情報収集・確認調査

Tonle Sap Authority (TSA) に対するヒアリングメモ

日時： 2021 年 1 月 28 日（木）15:00～16:30（カンボジア時間）

方法： Zoom 利用によるウェブ会議

参加者： TSA； Lim Puy (Deputy Director)、Viseth Sin (Secretary General)
日本工営；元木、奥田、勝濵、Sopheak（カンボジアより参加)、大野（日本より参加）

【事前配布資料】

- Concept Paper
- Discussion Items with Tonle Sap Authority

【議事内容】

参加者の自己紹介と元木による案件の概要説明に続き、以下の議論が行われた：

- 以前は環境などの教授をしていた。JICA 案件にも従事したことがある。（Lim）
- 私は MAFF 出身である。広島大学で勉強した。(Sin)
- 私の責任は技術と研究である。調査団の質問には管理の件も含まれており、Sin 氏にも同席してもらう。(Lim)

その後、Lim 氏より以下の説明と意見交換が行われた：

- 2005 年にはトンレサップへの流入の 49.3%はメコン本流からであった。(Lim)
  - スライド P3 の Overland flow とは何か？（元木）
  - メコンの本流からトンレサップの氾濫原に直接入るものである。(Lim)
- 衛星写真から、トンレサップ湖の最大領域がわかる（2018/9/16)。水上生活者は、洪水期と渇水期に住居を移転することが重要な点である。1.5 百万人の水上生活者がいる言われるが正確ではない。実際は 30 万人である。(Lim)
- フランスの支援で作成した土地区分図に保護地区を示しているが、様々な土地利用がある。(Lim)
- トンレサップ湖の魚類の移動 (産卵地からの移動を含む) を把握することも重要である。(Lim)
- 乾季には藻類が繁殖して水質に問題が生じている。SATREPS でもこの点の研究をしており、来週のシンポジウムでも報告される。SATREPS は TSA に水質情報の提供も依頼している。（Lim）
- 次の Strategic Plan (SP) (2021-2025)はすでに大臣の承認も得ており、来週には提供できる。フィンランドの大学の将来予測については極端な予測が含まれており、留意が必要である。エコシステム、漁業、農業、生活手段については、様々な要因が影響しているが、SP では水文、気象、土地利用、水上生活者の生活手段、社会環境影響に注目している。(Lim)
- (Q1) SP2021-2025 (Great Lake Strategy Management Plan)が MP にあたる。英語版は来週公開する。JICA との協力も期待している。(Sin)

- 各省庁はそれぞれ計画を持っている。これらとの調整はどうなっており、SP にどう反映されているのか？（奥田）
  - TSA は研究に基づいて計画を策定しているが、取り締まりの権限は有していない。TSA は各省庁に報告することになる。(Lim)
  - 実案件の実施はできるのか？（奥田）
  - SP に加えて、TSA の役割に関する文書も提供する。TSA は課題解決に関する提言を行うことになる。(Lim)
- 我々の調査は情報収集に基づく将来案件の形成であり詳細検討はできないが、越境問題の解決も目指した提案を行いたい。(元木)
  - 世銀が IWRM 調査を実施しており、ラオス、カンボジア、ベトナムを対象にしている。この中で越境問題解決に向けた能力強化も行われている。ただし、課題解決には信頼できる明確なデータが必要である。長期にわたる観測に基づく判断が重要である。(Lim)
- (Q7) JICA とは一緒に議論を続けたい。何がレジリエンスなのか、何が負の影響の軽減なのか、必要な水文情報や、気候変動について研究が必要である。TSA には 140 名の職員のうち 120 名の学士以上の学位取得者がいる。SATREPS との研究も続けている。キャパシティビルディングも重要である。JICA は ITC（カンボジア工科大学）と強い協力関係があり、ITC には日本で学んだ研究者も多い。アカデミック面での協力強化も期待する。(Lim)
- 次回はテーブルに同席してお話できることを期待する。資料はメールで送付する。(Lim)

以上

東南アジア地域

メコン河流域における環境社会に配慮したダム運用に係る情報収集・確認調査

Institute of Technology of Cambodia (ITC) に対するヒアリングメモ

日時： 2021 年 2 月 1 日（月）9:00～11:30（カンボジア時間）

場所： ITC 本館 1 階会議室

参加者： ITC； Om Romny (Director General), Kong Chhuon (Dean for Water Resources Engineering), Or Chanmoly (Director of Research and Innovation Center), Ratino Sith (Faculty of Hydrology and Water Resources Engineering), Pen Sytharith (同左), Yos Phanny (Materials Engineering, Geo-Resources & Geotechnical Engineering), Por Sopheap (Civil Engineering, Department of Geo-resources and Geotechnical Engineering), 他 2 名

日本工営；元木、奥田、勝濵

【事前配布資料】

- Concept Paper
- Discussion Items with Institute of Technology of Cambodia (ITC)

【議事内容】

参加者の自己紹介と元木による案件の概要説明に続き、以下の議論が行われた：

- 指摘の 3 つの重要事項について同意する。JICA の意向、調査の目的についてよくわかった。ITC におけるメコンに関する大きな取組みの 1 つめは SATREPS である。Chhuon 氏はメコンの河岸浸食などの研究を行っている。Moly (Or Chanmoly) 氏も同様に研究を行っている。JICA は今回の調査に基づき、どういった案件を形成するのか？(Romny)
  - JICA は案件形成を検討しているが、内容ついては決定していない。この検討が本調査の目的であり、この調査結果に基づいて将来の支援を検討する。皆様の意見を伺って、JICA にも報告する。(元木)
  - 日本工営の役割は？ (Romny)
  - 日本工営は、JICA と契約して本調査の実施を委託されている。(元木)
- 日本工営と ITC の協力関係は長く続いており、もちろん JICA 案件も多く実施していることを知っている。将来にわたり協力を続けたい。(Romny)
- メコンの管理には多くの省庁が関与している。ただし、カンボジアにおけるメコンに関する研究の中心は ITC である。ITC は関連省庁とも密接な関係を有している。(Romny)
- SATREPS は 5 年計画であるが、終了に近づいており成果の社会実装も目指している。(Romny)
- 明日 (2/2) からは現場訪問も予定しており、ITC の協力を得ている。この後、この内容についても確認したい。(元木)
  - 承知した。私は退出するが、他の参加者が調査団との協議を続ける。(Romny)

- (Q1) 2つある。①一つ目は気候変動である。水文気象の変化が環境に影響を与えている。②もう一つはダムの建設である。土砂移動の変化がトンレサップにも影響を与えている。他に衛生面の問題もあり、水文条件の変化とともに、水質悪化も水上生活者にも影響を与えている。他に Social Implementation の課題がある。科学的な知見が得られても、対策を実施に移すことが課題になる。(Moly)
- 3つある。①1つは水資源管理である。トンレサップに限らず、メコン本流、海岸部について水資源管理が課題になっている。トンレサップもメコン流域であるが、環境について検討する際にはトンレサップについては区別して検討する場合がある。上下流問題、上下流間のコンフリクトが大きい。課題解決のために Rain Water Harvesting が重要になる。水資源利用の効率向上も必要である。表流水の汚染については、点源、非点源汚染の双方がある。肥料や農薬を含む農業排水も問題になる。しかし、因果関係について十分解明されていない。カンボジア東部のメコンの支流(左岸側)では 2018 年に水質が原因の死者も出ている。(Chhuon)
- トンレサップでも同様の問題があると考えられる。(Chhuon)
- 2つ目は渇水である。農業用水利用も効率化が進んでいない。農業水路には雨季しか水が流れない場所が多い。水源が限られている。(Chhuon)
  - ダム建設には貯水の適地が必要であるが、これには限界がある。MOWRAM と MME は水資源や水力開発計画を有しており、この内容についても調査している。ダムの多目的利用についても検討を要する。ただし、巨大なダム、貯水池建設は自然、社会環境に大きな影響を与える。(元木)
  - バッタンバンでは多目的ダムの検討も行っている。(Chhuon)
- カンボジアでは中部が低地になっており、水は低地に集まる。他の地域における水資源の有効利用は十分に進んでいない。水資源開発は必要であるが、負の影響の低減も必要である。(Chhuon)
- 3つ目は環境である。環境で最も大切なのは、汚水処理である。JICA や他のドナーは下水、排水セクターに対する支援に力を入れている。いくつかの都市では雨水処理に問題があり、排水がうまく機能していない。トンレサップには、汚水、排水が集中する。Siem Reap にも JICA 支援による下水、排水案件がある。(Chhuon)
- カンボジアでは 2025 年までにはすべての都市で 100%上水道にアクセスできるようになることを目標にしている。SDGs にも沿った目標である。(Chhuon)
- 他の問題は漁獲の減少である。MAFF が漁獲量の情報をもっている。(Chhuon)
- 気候変動が様々な問題に拍車をかけており、研究を続けている。(Chhuon)
- ITC は多くの省庁と協力を行っていると思う。各省庁にとって最も優先度が高いものはなにか？　例えば、MOWRAM の最優先は、洪水か、渇水か、灌漑か？(奥田)
  - MOWRAM の最優先は渇水対策である。農業用水の確保も課題になっている。(Moly)
  - MOWRAM は、現在は灌漑に注力している。もちろん、上水供給は必要であるが、現状では農業が優先になっている。民間資金の活用も課題になっている。(Ratino)
- 政治的に国民の支持を受ける分野は何か？トンレサップについて、重要事項は何か？(奥田)
  - 漁業生産が最も大切だと思う。カンボジア国民にとって、漁業資源が重要である。従っ

て、水質も重要である。水上生活者にとっては公衆衛生が大切である。(Ratino)

- 政府は水上生活者の陸上への移動も進めているが、移転後に戻る人も出ている。生計の維持が課題になっており、政治的にも議論がある。住民は漁業に依存しているが、漁獲量の減少は収入に直結する。Chhunok Tru では SARTEPS の調査を経て水質の悪化も観測されている。(Chhuon)
- Kampong Thom の Stung Sen では、住民移転計画があったが、反対を受けている。ITC に対しても意見を求められている。トンレサップの水位低下と、これに伴う水温上昇により、魚類の大量死も起きている。(Chhuon)

- 観光開発についてはどうか？(奥田)
  - UNESCO はエコツーリズムなど観光開発の提案も行っている。(Chhuon)
  - UNESCO はプノンペンにも事務所があるか？(元木)
  - ある。20 名程度が働いている。多くの職員は教育分野に従事しており、2 名だけが環境分野で働いていると思う。(Chhuon)
  - バイオスフィアについて可能であれば議論を行いたい。(奥田)
  - TSA（Tonle Sap Authority）にも専門家がおり、話をするとよい。(Ratino)
  - TSA と MOWRAM の事務所は場所が異なる。TSA は CNMC や MRC の RFDMC と同じ場所にある。(Moly)
- (Q2) SATREPS 以外では、EU の支援により MAFF とトンレサップの漁業に関する調査を行っている。魚種やその量に関する調査を行っている。研究の名称は改めて調べて連絡する。(Moly)
- EU の支援を得て、フランスと共同でバッタンバン大学とトンレサップ湖の生態系保全の研究も行っている。バッタンバン州のトンレサップの主要支川にはダムが 2 基あり、研究対象になっている。ただし、ITC には魚類や生物の研究者は限られる。(Ratino)
- 越境水資源問題についてはプロジェクトベースではあるが、継続的に行われているものはない。昨年は、越境水資源管理に関して LMC の支援研究に提案したが採択されなかった(Ratino)
- JST 支援によるプログラムで、Evaluation of Mechanism of Biodiversity of Tole Sap という研究を昨年終了した。金沢大学、埼玉大学、鹿児島大学との共同研究である。(Sopheap)
- 中国の研究機関との協力は？(勝濵)
  - 中国とは、武漢大学とは灌漑の小さな案件で協力している。桂林大学ともメコン支流の水質に関する研究で協力関係にある。中国の民間企業と飲料水用の浄水に関する協力もある。(Ratino)
- (Q3) SATREPS の成果の利用、継続した研究が必要である。水質、水文に関する継続研究も必要である。科学的知見に基づいた政策への反映、社会実装も必要である。SATREPS で整備したプラットフォームの維持、活用も必要である。他の研究機関や関係省庁との協力も必要である。(Moly)
- トンレサップ周辺部の地下水に関する研究も必要である。トンレサップの水位低下が地下水に与える影響も明らかになっていない。トンレサップ湖周辺では、生活用水に地下水の利用が多い。(Chhuon)

- 特に乾季の水利用は、地下水に依存している。湖水は汚染されていて直接利用できない。地下水の農業利用は行われていない。(Ratino)
- SATREPS でも地下水水質調査を行ったが、不十分である。Research Development Institute of France も研究を行っている。(Chhuon)
- 井戸の深さはどの程度か？（奥田）
  - 10～20m 程度の浅井戸である。地下水水位も低下しているが、表流水や雨水との関係などが解明されていない。(Ratino)
- メコンの渇水、デルタの塩水遡上も重要な問題ある。気候変動との関連、農業に対する影響などについても究明が必要である。将来的には塩水遡上はカンボジアにも影響するかもしれない。(Ratino)
- 河岸浸食についてはどうか？（勝濵）
  - 大きな問題である。影響は大きく、メカニズムの解明が必要である。(Sopheap)
  - 建設資材用の土砂採取の影響もあるといわれており、MME（鉱山エネルギー省）との協力も必要である。ダム建設などに伴う土砂移動の変化も影響していると考えられる。（Moly）
  - 影響域が長距離にわたるので、調査や対策が難しい。局所的な構造物対策を行っても、翌年には壊れてしまう。(Ratino)
- 水上交通の管轄官庁は？（奥田）
  - Ministry of Public Transportation である。メコンの舟運も重要である。(Moly)
- この 10 年のトンレサップの水位について、低下傾向は認識しているか？（元木）
  - トンレサップには 2 か所の水位観測所があるが、Kampong Luong ではこの 25 年で低下傾向が続いている。(Ratino)
  - 気候変動の影響については、Kampong Luong 観測所では、洪水期は水位が上がり、渇水期は水位が下がるとの研究結果がある。(Chhuon)
  - 気候変動の影響については、MRC の Council Study でも同様の検討がある。(元木)
- （Q4）SATREPS でデータベース、プラットフォームを構築しており、SATREPS 終了後も運用することになっている。(Moly)
  - 第 3 者も利用できることになるのか？（元木）
  - 一般には公開しないが、関連諸機関が利用できるようになる。ITC が管理を行い、申請に基づきアクセスを許可する。(Moly)
- SATREPS に関連して JICA や JST に対するリクエストはあるか？（勝濵）
  - 大気汚染に関する別の SATREPS の申請も検討している。SATREPS の成果の社会実装について検討が必要である。(Moly)
- 現場訪問について協議したい。(元木)
  - 2/2 (火) の南側の河岸浸食現場や農業、湿原については、Phanny が同行する。(Phanny)
  - 2/3（水）のボートについてアレンジする。詳しく見ようとすれば、Chhnok Tru でもボートを借りる方が良い。来週のメコン本流視察も Pen が同行する。(Pen)

以上

東南アジア地域

メコン河流域における環境社会に配慮したダム運用に係る情報収集・確認調査

MRC; Regional Flood and Drought Management Center (RFDMC) に対するヒアリングメモ

日時： 2021 年 2 月 1 日（月）13:00～14:30（カンボジア時間）

場所： RFDMC 2 階会議室

参加者： RFDMC； Khem Sothea (River Flood Forecasting Specialist), Nike M. Hestermann (Technical Advisor; MRC-GIZ Cooperation Programme), および専門家 2 名（IT Flood Forecasting Assistant, GIS Mapping Specialist）
日本工営；元木、奥田、勝濵

【事前配布資料】

- Concept Paper

【議事内容】

参加者の自己紹介と元木による案件の概要説明に続き、以下の議論が行われた：

- RFDMC の所長はベトナムから来ているが、今は旧正月で帰国している。今週の SATREPS シンポジウムにも参加して発表するので、この資料を説明する。(Khem)
- MRC の 5 つの Procedures に基づき、各種ツールが利用されている。洪水予測モデルとしては FEWS, USRB, iSIS、および回帰モデルを利用している。渇水評価ツールとしては、衛星画像と SWAT モデルを利用している。(Khem)
- 4 加盟国間の合意に基づいて、MRCS を通じてデータ共有が行われている。他に、NMCs や研究機関、NGO などと情報共有が行われている。多くの情報は MRC サイトで公開されている。(Khem)
- トンレサップへの流入量は 2020 年については 2019 年よりは改善したものの、平年と比較して低い水準にとどまっている。今年に入ってからもこの状況は続いている。(Khem)
- この値はどの観測所の観測値に基づいているのか？（元木）
  - ➢ 3 か所（Kampong Luong を含む 2 か所およびプノンペン）の観測値に基づいて計算している。(Khem)
  - ➢ 本流では 22 観測所のデータを用いて洪水予測を行っている。カンボジアには 12 か所の観測所がある。MRC は各国との合意に基づいて、データが共有されている。6～12 月の雨季には日データを受領している。(Khem)
- 欠測がある場合は、他の観測所の観測値を用いて補完される。(Nike)
- MRC のウェブサイトで、準リアルタイムの水文観測データが公開されている。メコン本流のプノンペンの水位は記録的な低さが続いており、従ってトンレサップからも流出が続いている。(Khem)
- トンレサップの支流については 16 の流域に分けられるが、観測所数は限られる。トンレサップへの逆流は観測値に基づいて算定される。(Khem)

- 土砂移動の観測も行っているのか？（元木）
  - MRC は観測していない。カンボジアでは MOWRAM の観測値を利用していて、MRCS にも報告される。RFDMC では洪水と渇水に関する観測と解析のみ行っているので、土砂については MRC 本部で聞いてほしい。（Khem）
- 異常気象時などには、関係国から情報を受けて、MRC サイトなどで共有する仕組みができている。（Khem）
- 洪水予測はどのくらい先までを目指して行っているのか？（元木）
  - 洪水期は 5 日間先まで、乾期は 7 日間先まで行っている。（Khem）
- 各種ツールを利用した解析や、洪水予測はどこで行っているのか？（元木）
  - ビエンチャンの MRC 本部ではなく、カンボジアの RFDMC で行っている。RFDMC は MRCS の Technical Division に属しており、11～12 名の職員数である。MRC の Decentralization 方針に従って職員数は減っている。技術職員数は不足している。（Khem）
- ドナーからの支援も減っているのか？（元木）
  - こちらも Decentralization 方針に従って 2016 年以降減っている。（Khem）
- 洪水予測情報は RFDMC から出されるのか？（元木）
  - そのとおりである。NMC を通さずに、関連省庁やネットワークを有する政府機関に直接通知する。（Khem）
  - カンボジアでは MOWRAM が通知を受け取った後に、カンボジア国内の州政府などカンボジア国内の関係機関に通知する仕組みを持っているのか？
  - そのとおりである。MOWRAM は RFDMC から情報を受けて、独自の解析を行い、地方政府など関連機関に通知している。MRC は、各国の政府機関とは機能が異なる。MRC が直接地方まで通知するわけではないし、報道機関（メディア）に対する通知も MRC は行わず、各国政府が責任を負う。（Khem）
  - 観測所を含め、詳細については MOWRAM に確認する。（元木）
  - MOWRAM は世銀、ADB、JICA などの支援を得て観測網を拡大している。（Khem）
- 観測所数はまだ不足している。現在は衛星情報も利用しているが、地上の観測所が増えれば、より正確な予測ができる。雨量についてはメコン下流域で 124 観測所の情報を受けている。（Khem）
- MOWRAM はレーダー観測所も所有している。（GIS Specialist）
- プレゼン資料については、SATREPS シンポジウムが終了してから調査団に提供する。（Khem）
- DEM などのデータを JAXA から受ける予定になっている。ADPC（Asian Disaster Preparedness Center）のプログラムの一環として行われる。（Khem）
- 私は GIZ と直接契約している。GIZ の MRC に対する支援の一環である。カンボジアに来て 1 年になり、あと 1 年の契約である。以前はドイツの民間企業に勤務していた。GIZ はタイとカンボジアで洪水、渇水関連案件に対する支援も行っている。（Nike）
- 世銀は IWRM の第 3 フェーズを実施しており、同じ建物で DHI がコンサルタントを担当している。（Khem）
- 異常時の通知は PMFM（Procedures for the Maintenance of Flow on the Mainstream）に従っ

ているのか？（奥田）

- PMFM とは別である。異常時の Procedure を整備する計画は、今は存在しない。MRC はより長期的な洪水予測を目指している。更に、農業に活用するための長期予測（季節的な長期気象予測）も出すことができないかと考えている、(Khem)

- 上流域では下流域と比較してリードタイムが短くなる。これに関するコンフリクトはないのか？（元木）
  - リードタイムも考慮して、上流域と下流域では異なるモデルを利用している。(Kham)
- 中国からの情報提供はどうなっているか？（元木）
  - ２観測所のデータを受けている。これまでは雨季だけであったが、今期からは年間を通じて提供を受けている。FTP サイトを通じて中国の水利部から水位と雨量の時間単位の情報提供を受けている。景洪(Jinghong)と曼安(Man'an)観測所のデータである。(Khem)
- このセンターの取り組むべき課題は何かあるか？（元木）
  - 技術要員の不足への対応と、能力向上、データの共有、４加盟国の地上観測所の増加である。タイからの情報提供も限られている。タイは農業に大量の水を消費しており、センシティブな問題である。データ共有には地域的なバランスも必要である。(Khem)
- モデルの更新も必要であるが、その際には職員や関連機関に対する研修も必要である。(Khem)
- Annual Flood Report もここで出版している。 Deltares（オランダ）とは協定を結んでおり、技術支援を得ている。MRC の Task Force Committee が利用モデルを決定している。(Khem)
- MRC の技術職員の契約期間は６年であり、この期間が過ぎると経験者が去ってしまうことも問題である。(Khem)
- 予算については MRC 本部で検討している。RFDMC の予算は本部に要求するわけではなく、ドナーからの支援などによって左右される。(Khem)
- 中国、ミャンマーと MRC は年に１回の定期会合がある。今年は中国との共同研究も実施している。JRP (Junior Riparian Professional) 3 名が中国から参加している。中国では水利部、武漢大学、水利水電科学研究院（IWHR）から１名ずつ参加している。 （Khem）

以上

東南アジア地域
メコン河流域における環境社会に配慮したダム運用に係る情報収集・確認調査
GIZ に対するヒアリングメモ

日時： 2021 年 2 月 1 日（月）16:00～17:30（カンボジア時間）
方法： Teams によるウェブ会議
参加者： GIZ ； Bertrand Meinier (Programme Director, Mekong River Commission-GIZ Cooperation Programme (Vientiane)), Nike Minna Hestermann (Technical Advisor, Mekong River Commission-GIZ Cooperation Programme)
JICA；濱野、大塚（本部)、山田（カンボジア事務所）
日本工営；元木、奥田、勝濵、Sopheak（カンボジアより参加)、大野（日本より参加）

【事前配布資料】
- Concept Paper
- Discussion Items with GIZ (Cambodia)

【議事内容】
参加者の自己紹介と元木による案件の概要説明に続き、以下の議論が行われた：
- (Q1)ドイツ政府のカンボジアに対する方針を送付する。(Bertrand)
- カンボジアだけではなく、メコン流域各国に対する方針を教えてもらえるか？（濱野）
  - 承知した。とりまとめて送付する。(Bertrand)
- (Q2) ドイツは MRC と長期にわたる協力関係にある。流域管理、湿原管理、気候変動、キャパシティビルディングなどで技術支援を行っている。2019/1 から 2021/12 の 3 か年についてはは、①MRC のバスケットファンドへの投資、②本流ダムのモニタリング (Xayaburi および Don Sahong) (JEM; Joint Environmental Monitoring)、③カンボジアとタイの洪水・渇水管理案件である。③については脆弱性評価を実施して、流域のマスタープラン（MP)、優先案件の FS を実施する。(Bertrand)
- プロジェクトの実施期間や実施方法は？（元木）
  - それぞれの報告書ができれば共有できる。German Development Fund を利用している。(Bertrand)
- バスケットファンドについて仕組みなどを説明してもらえるか？（元木）
  - バスケットファンドは 2016 年に設立された。ドイツや MRC 加盟国が出資している。これらは MRC の Strategic Plan (SP)に基づいた出資である。ドイツは 400 万ユーロを出資した。バスケットファンドは SP の実施のために利用するという建付けである。(Bertrand)
- JEM については 2 ダムの他も対象にしているのか？（元木）
  - 現在はパイロットフェーズであるが、これが終了すればガイドラインをアップデートして、他の本流ダムも対象にする予定である。(Bertrand)

- ③については MRC の RFDMC（Regional Flood and Drought Management Center）も対象にしているのか？（元木）
  - そのとおりである。Nike もこの一環で、RFDMC での業務に従事している。（Bertrand）
  - RFDMC に対する技術アドバイザーとともに、タイ・カンボジアの多国間案件も実施している。（Nike）
- 洪水および渇水予測に関する支援について、もう少し聞くことができるか？（元木）
  - 上流部と下流部を対象にした洪水、渇水モデルに関する技術支援を行っている。ADPC（Asian Disaster Preparedness Center）の支援によるモデルの強化も行う。（Nike）
- RFDMC の洪水予測の担当者から、本日の説明資料も今週の SATREPS のシンポジウム後に提供してもらえる。（元木）
- MRC のバスケットファンドに関して、ラオスは水力開発によって利益を得ている。こういった利益をシェアすべきという意見は出ているか？（濱野）
  - バスケットファンド自体は SP の実施を支援するものである。これにドイツを含むドナーも支援している。メコンファンドのようなものを作り、水力事業者も貢献すべきという考えもあるが、まだ議論の初期段階である。GIZ としては公平な利益シェアリングの方法・メカニズムを推奨する立場をとっている。（Bertrand）
- GIZ はメコンファンドのようなものに対する支援も行うのか？（濱野）
  - 現状では GIZ のスコープには入っていない。（Bertrand）
- GIZ はバスケットファンドへの貢献も行っているが、同時に JEM のような技術支援も行っている。ドイツの支援は財務的な支援と技術支援で構成される。（Bertrand）
- MRC は次の SP でも様々なパートナーの貢献を期待している。（元木）
  - 現在 SP は最終化の段階であり、MRC に要求すれば提供してもらえる。（Bertrand）
- GIZ の MRC における位置づけについてもう少し詳しく聞くことができるか？（奥田）
  - MRC と GIZ は特別の関係にある。Nike の他にも MRC の計画部門、Office of CEO にも専門家を派遣している。私は GIZ の協力の全体的なコーディネートを担当している。（Bertrand）
- （Q3）③の会議ではこれまでの評価結果について発表された。カンボジアの２州の洪水の評価、水資源モデルや渇水指標についても議論した。貯水池や洪水被害軽減のための小規模案件の提案もあった。（Nike）
- 会議には関連省庁の政府職員も参加していたのか？（元木）
  - カンボジアからは MOWRAM も参加した。タイからも参加した。（Nike）
- タイとカンボジアのデータ共有などの協力関係は円滑か？　課題があるか？（元木）
  - 協力に向けた前向きの姿勢はある。ただし、洪水被害については双方の責任のなすりつけ合いの面もある。GIZ 案件では２国間の協力促進を目指している。（Nike）
- 今日の午後の RFDMC での話では、タイの情報提供は限られているとの話があった。状況やその背景について何か知っているか？（元木）
  - MRC の Procedure では情報共有の手順が明確に定められているが、実際の情報共有はメコン本流に偏っている。ラオスやカンボジアのデータの質にも課題がある。JEM では

モニタリングの質の向上も目指している。(Bertrand)

- タイの情報共有が少ない背景については承知していない。(Nike)

- なぜタイとカンボジアだけを対象にしているのか？　誰がこの案件を形成したのか？　背景を教えてほしい。(奥田)
  - GIZ は BDS の Joint Project を支援している。一か国では解決しない課題が選ばれた。タイとカンボジア間の洪水・渇水問題はわかりやすい例であった。MRC の計画に従って GIZ はこの案件に協力した。(Bertrand)
- (Q4) ③の案件以外はトンレサップに直接関連したものはない。Joint Program でマスタープラン (MP) ができれば、トンレサップの環境改善にも貢献することになる。(Bertrand)
- トンレサップの 19 の支流域で優先的に考えている支流域はあるか？(元木)
  - 脆弱な流域を評価して Basin Atlas に示すことになる。Basin Atlas は本年 7 月に公開予定である。(Bertrand)
- MRC に対する他の支援は計画しているか？(元木)
  - MRC によるモニタリング能力の強化が優先である。これにより詳細な流域計画策定が可能になる。また、新しい SP の実施を支援するための財務支援である。(Bertrand)
- (Q5) この質問は大変センシティブである。GIZ は意見を述べる立場にはなく、ドイツ政府の方針に従うことになる。中国はメコン諸国でも開発投資を続けているが、MRC と中国の協力は最近大きく進展した。北京にデータセンターも設立され、中国は通年の文データの共有も開始した。ドイツも GIZ もこの協力推進を支援してゆく立場にある。(Bertrand)
- LMC との協力プロジェクトは検討しているか？(元木)
  - GIZ は直接的な協力は行わない。ただし、MRC と LMC の協力推進は望ましく、MRC が行う関連する活動を支援する。(Bertrand)
  - JEM については 8 月に報告書を出版予定である。(Bertrand)
- GIZ はエネルギー分野でも何らかの協力を行っているか？(元木)
  - 直接的な協力はない。ラオスでは、Emergency Dam Inspection について支援している。これに従って、ラオスの大規模ダムが評価されることになる。(Bertrand)
- MRC の活動の方向性に関して、この 10 年に多数の調査がされガイドライン類が出版された。今後は調査やガイドライン作りより Joint Project が増えるのか？　MRC の方向性に関する意見は？(奥田)
  - MRC の活動も長い期間に変遷してきており、今後は実際的な Joint Project の実施が目指すべき方向である。政治に左右されるセンシティブな面もあるが Joint Initiative に力を入れることになると考えられる。ただし、2 か国間で共同インフラプロジェクトなどができるようになるにはまだ時間がかかると考える (Bertrand)
- RFDMC は 11、12 名しか職員がいないことに驚いた。MRC の Decentralization の方針に従っているということであるが、RFDMC や他の MRC の責任や機能を維持するために、この状況をどう考えるか？(元木)
  - Decentralization の本質は、各国の関連省庁による観測やデータ管理を効率的に進めることである。各国の政府はこれを進める必要がある。現行の分権化の計画は 2016 年の段階

で各国の人材・資金力について限られた情報に基づき野心的に策定された。各国の現状を踏まえた見直しが必要だと考えている。現状では RFDMC に集まるデータは本流のものに限られており、この点で現在の役割が十分とは言えない。(Bertrand)

- MRC との次の協力に関しては、検討中であり、JICA の本調査の成果を共有してもらえると大変役に立つ。GIZ の保有する情報も共有する。(Bertrand)
- 10 年前に GIZ は法制度専門家を MRC に派遣していた。社会科学関係の専門家の派遣は続けているか？（大野）
  - ➢ 現在 GIZ が派遣している専門家は前述のとおりである。(Nike)
- 次回は対面で話をできることを楽しみにしている。(Bertrand)

以上

東南アジア地域

メコン河流域における環境社会に配慮したダム運用に係る情報収集・確認調査

Ministry of Water Resources and Meteorology (MOWRAM) に対するヒアリングメモ

日時： 2021 年 2 月 2 日（火）9:00～11:30（カンボジア時間）

場所： MOWRAM 会議室

参加者： MOWRAM；

1. Pich Vesna (Under Secretary of State)
2. H.E Dr. Theng Tara (Advisor to the Ministry)
3. Uch Hing (Director, Technical Service Center for Irrigation System and Meteorology)
4. Prum Kanthel (Deputy Director, Technical Service Center for Irrigation System and Meteorology)
5. Heang Keo Aun (Chief of Planning and International Cooperation)
6. Yin Savuth (Director of Hydrology and River Works)

日本工営；元木、奥田、勝濵

【事前配布資料】

- Concept Paper
- Discussion Items with Ministry of Water Resources and Meteorology (Cambodia)
-

【議事内容】

参加者の自己紹介と元木による案件の概要説明に続き、以下の議論が行われた：

- MOWRAM への来所を歓迎する。日本の支援に感謝している。対面でお話ができてうれしい。（Veasna）
- （Q1）カンボジアのすべての政府機関は、国の 5 か年 Strategic Plan(SP)に従って計画を策定している。MOWRAM の SP（Strategic Development Plan on Water Resources and Meteorology in 5 Years; 2019-2023）には国の予算とドナーからの支援が含まれる。土居専門家は英語版を所有しているので確認してほしい。(Veasna)
- （Q3）Department of Hydrology and River Works は河川の測量、洪水観測と予警報、水質観測などを担当している。土砂に関しては、Bed load や River morphology に関して観測している。上流ダムの河川環境に対する影響に関する状況なども把握するために、土砂観測、解析を行っている。土砂移動に関しては MRC と協力して職員に対する研修も行っており、suspended sediment concentration, bed load などを本流の 7 か所において観測している。(Yin)
- （Q4）洪水対策は 2 ステップに分けられる。1 つ目は緊急復旧である。灌漑設備などの復旧で、洪水直後にカンボジアの国内予算を利用して実施した。ただし、これらには恒久対策にはなっていない。緊急復旧後に調査を実施して、恒久策の費用を積算した。全国の被害調査

に基づき、対策費用を Ministry of Economic and Finance に予算要求した。(Veasna)

- 国土の北西部（Banteay Meanchey 州、Oddar Meanchey 州、Battambang 州、Pursat 州）とプノンペン西部の Prek Thnaot 川流域の被害が特に大きかった。国道 3 号線は幸運にも JICA の頭首工があったために被害を受けなかった。昨年 10 月のメコンは平年より 4～5m 水位が低かったため、メコン本流からの洪水はなく、支流域で洪水が発生した。(Veasna)
- トンレサップ川の水位はどうであったか？（元木）
  - トンレサップはメコンの水位の影響を受ける。洪水時にもトンレサップ川は水位が低かった。従って、トンレサップ川は洪水流量を受け入れる余地があった。しかし、上流域では排水機能の不足から洪水が起きた。プルサット川上流の No.1 ダム（韓国支援）はまだ建設中であり、洪水軽減には役立たなかった。完成すれば洪水防御の機能も期待できる。(Veasna)
  - 3 年前に訪問した際には、中国の資金で No.3 と No.5 ダムは完成していたが、機能や貯水池の水質に問題があるとのことであった。(元木)
  - これらのダムの問題は今も続いている。洪水期、渇水期のモニタリング、水利施設の運用、地方政府を含む下流域に対する予警報に関しては、JICA の支援案件（技プロ）で基本的なトレーニングを行った。(Veasna)
- トンレサップの東側の被害はどうであったか？（元木）
  - Siem Reap 州, Kampong Thom 州、Stung Sen 川流域を含め、深刻な被害はなかった。Stung Sen 上流では、中国の支援による灌漑用ダムが建設中である。(Veasna)
  - MME は実際の運用は多目的であっても、多目的ダムにすると管轄外になるので、計画時には発電単独目的とする。MOWRAM は多目的ダムの計画ができる。(Veasna)
  - 多目的で運用する場合は、最適な計画をつくるためには、計画時点から多目的ダムを目指し、関係機関との調整が必須と考えられる。(元木)
- （Q5）ダム計画の際には、当初より灌漑目的だけではなく、洪水防御も含めて計画すべきだと考えるがどうか？（元木）
  - 今後は灌漑・排水ではなく、洪水も含めて計画する。水文観測網の整備や、洪水予警報も今後の案件には含めたい。今後の案件は Flood control, irrigation and drainage project として提案する。1970 年代に建設された多くの古い灌漑施設はゲートの開閉も困難になっており洪水被害を増加させた。洪水が越流して倒壊した施設もあった。設備の近代化を進めたい。(Veasna)
  - 洪水時の評価では、日本の設計基準に従ったものがもっとも強靭であった。JICA 支援による Kandal 州や、建設中のトンレサップ西部の灌漑事業の構造物の被害は少なく、メディアの取材も受けて誇りに思っている。他州においてもこの経験に学ぶように指導している。次期には東部および Svay Rieng 州などの案件を提案したい。(Veasna)
- （Q2）MOWRAM は多くのドナー（WB, ADB などの国際機関、日本、中国、韓国などの 2 国間）と協力している。多くの案件は小規模案件か、灌漑設備のリハビリテーションであり、水資源の有効利用ができていない、雨期の水を乾期にも利用したいとの強い要望を国民から受けている。(Veasna)

- 各ドナーの方針はよく理解している。ドナーによっては環境に関する基準が厳しい。水路を建設しても、雨期と乾期の水位変動が大きいために、浸食が起きる場合もある。JICA 調査（コンサルタントは三部氏が担当）で Identify した Prek Thnaot 川のダムサイトについてドナーを募ったが、インドだけが応じた。Kampong Chhnang 州の灌漑ダム計画もあり、ドナーを探している。日本工営の高岡氏もダムの多目的利用（灌漑、上水利用）について提案してくれた。JICA の支援を依頼したい。（Veasna）
- Banteay Meanchey 州でも灌漑設備が老朽化しており、JICA の支援を要請した。トンレサップ東部での支援も期待している。洪水防御、灌漑を含む多目的案件である。（Veasna）
- JICA の支援を期待する案件リストを提供してほしい。（元木）
  - 場所を含めた資料を送付する。JICA と相談してほしい。（Veasna）
- JICA は調査期間や、円借款要請に要する期間を短くする方針があると聞いている。MP を実施せずに協力準備調査（or Pre-協力準備調査）を要請することも可能と聞いている。（Veasna）
  - これは条件による。長い目で見ると MP の策定や、総合的な調査を事前に実施する方が良い場合もある。もちろん、実施までの期間を短くするための努力は必要である。ステークホルダーの意見調整は重要であり、これが不十分であると事業がとん挫したり、解決までに膨大な時間を要する大きな問題になることもある。問題を未然に防ぐための合意形成は重要である。（元木）
- MOWRAM と MRC の観測所から取得するデータの共有方法は？（元木）
  - MOWRAM の観測データは毎週、MRC の FTP サーバーに格納している。HydMet Software という MRC が開発したアプリケーションを利用して、マニュアル観測の水位と雨量データ（34 観測所）を提供している。自動観測データ（15 観測所）はリアルタイムで送付している。水位は Department of Hydrology and Reiver Works、気象データは Department of Meteorology が観測を担当している。（Yin）
  - カンボジアが最も多くの観測データを提供している。レーダー雨量計の設置は MOWRAM の敷地内にある 1 か所のみである。（Yin）
  - レーダー雨量計は現在も稼働しており、半径 300km が観測範囲である。Kampong Thom にもレーダー雨量計を設置して、より広範な観測を行う予定である。（Veasna）
- 水文・気象観測に関しては、MOWRAM 職員のキャパシティビルディングが大きな課題である。若い技術者に対する技術の継承も課題になっている。観測データ、解析結果の信頼性向上が課題である。COVID-19 の影響により、多くの案件の実施が延期されている。（Veasna）
- JICA には技プロスキームもある。（元木）
  - 日本での研修を含む JICA スキームは大変有益である。（Veasna）
  - ITC との協力はあるか？（元木）
  - ない。大学はエンジニアを育てるだけであり、社会人教育プログラムはない。（Veasna）
- TSA（Tonle Sap Authority）との会議を行ったが研究を志向しており、実施案件は行わないようであった。MOWRAM 本体と TSA の役割分担はどうなっているのか？（奥田）
  - TSA の活動範囲はトンレサップとその周辺部に限られ、対象地域内の交通などを含む多分野の情報収集、モニタリング、分析を担当している。もし問題があれば、各省庁に対

して対策を依頼することになる。(Veasna)

- Zone 1～3 は TSA の設立後に設置された。Zone 1 は国道の外側であり、自由に土地を利用できるところである。Zone 2 は国道の内側の一定の範囲であり、人間活動が許される場所であるが、許可が必要である。Zone 3 は保護区であり、活動が完全に制限される。Flooded Forest は Zone 3 に位置しており生態系保全が優先される。Flooded Forests の保全は重要であるが、Siem Reap では Flooded Forests がなくなっている。Kampong Chhunang や Kampong Thom で見ることができる。Battambang でも減ってしまった。(Veasna)

- 河岸浸食対策に関しても MOWRAM の管轄であるが、予算の制約により伝統的な対策しか実施できていない。土砂移動の解明が必要である。ベトナムではデルタの利用の見直しが行われている。ベトナムは上流部でダム開発を行っていることが、自国内のデルタの問題の原因の一つになっている。(Veasna)
- 3S の問題に関しては、ベトナムとも協議した。2002 年前後に上流部のダム開発に関して協議して、カンボジアに対する情報提供も依頼した。(Tara)
- ２国間合意に基づき、ダムのゲートの開閉などダム運用に関してベトナムが情報を提供することになっており、MRC はオブザーバーとして機能している。当初は運用に苦労して突然の放流に伴う急激な水位上昇により事故も起きたが、現在は情報を地元で共有する仕組みができて問題はなくなった。(Veasna)

以上

東南アジア地域
メコン河流域における環境社会に配慮したダム運用に係る情報収集・確認調査
佐藤智之様に対するヒアリングメモ

日時：　2021 年 2 月 4 日（木）19:20～21:30（カンボジア時間）
場所：　The Hashi Japanese Restaurant 個室
参加者：シェムリアップ淡水魚研究所；佐藤智之代表
　　日本工営；元木、奥田、勝濵、カンボジア工科大学；Pen Sytharith（同行傭人）

【ヒアリング内容】

JICA カンボジア事務所から、シェムリアップに 2011 年に移住して「シェムリアップ淡水魚研究所」を開設した佐藤様に関する情報提供を受け、ご本人に連絡、面会の機会を得た。以下にヒアリングの概要を示す：

１．シェムリアップへの移住のきっかけ

- 以前は滋賀県立琵琶湖博物館（草津市）に勤務しており、魚類の飼育を担当していた、企画展でトンレサップ湖の展示を行ったことがあったが、これをきっかけに毎年１～２回現地を訪問することになり移住を決意した。
- 「シェムリアップ淡水魚研究所」は自宅の一室を利用して開設した。

２．この 10 年の環境の変化

- トンレサップ湖の魚種が減っているかどうかはわからない。あまり変化がないように思う。
- シェムリアップ川の水質は目に見えて悪化した。
- メコン本流（Kratie、Stung Treng 周辺）でもスキンダイビングをよく行う。この地域のディーププールで深さは 50m 以上あるところがあり、乾期は透明度も高くダイビングには良い。メコン本流の魚種についても大きな変化はないように思う。イラワジ・ドルフィンもよく見られる。
- メコン本流の水の色が変化したかどうか、上流側のダム建設による土砂の流下減少に伴う影響があるかどうかは実感としてはよくわからない。
- トンレサップの問題の一つとして漁具の変化がある。メッシュサイズの規制などが進められているが、giant carp のように大きくならないと産卵できない種もおり、魚の生態を考えた対応が必要である。一概に稚魚の捕獲の制限が重要視されがちだが、（産卵を控えた）成魚についても乱獲にならないような配慮が必要と考えている。
- トンレサップ川では 12-3 月に大規模定置網によるトライリエルなどの漁をしている。コンセッションに基づいた商業的なもので、20 人（ベトナム人が多い）ぐらいが共同して取り組み、2t/時間ぐらいの漁獲高があるようである。
- カンボジア全体では 500 種程度、トンレサップ湖には約 200 種の魚種がいる。
- 近年では昆虫類の数が減っているように感じる。農薬の影響が考えられる。またホテイアオ

イが繁殖しており、ホテイアオイの下では貧酸素状態になっている可能性がある。

３．現地での生計、コロナの影響など

- 主に日本人の観光客、釣り人、魚に興味のある日本の研究者（九州大など）などをトンレサップ湖に案内して収入を得ているが、コロナの影響で観光客はいなくなった。

以上

東南アジア地域
メコン河流域における環境社会に配慮したダム運用に係る情報収集・確認調査
Thuy Loi 大に対するヒアリングメモ

日時：　2021 年 4 月 20 日（火）16:00～18:00（日本時間）
打合せ方法：　Teams を利用したウェブ会議
参加者：　Thuy Loi 大； Nguyen Trung Viet 副学長
JICA； 永田、濱野、加治、粕谷、Nguyen Thi Thu Le
日本工営；元木、大野、河野、勝濵

【事前配布資料】
- Concept Paper
- Outline of the Survey (PowerPoint Slides)
- Questionnaire to Prof. Nguyan Trung Viet
-

【議事内容】
参加者の自己紹介と元木による案件の概要説明に続き、以下の議論が行われた：
- Thuy Loi 大にはニュージーランド政府の支援により、ダム操作の研究グループ活動が 10 年間続いている。角先生とも協力しているので、次回打合せの際には同グループも招待したい。角先生の学生も Thuy Loi 大におり、参加させたい。(Viet)
- （Q1）(a) メコンデルタの見解について同意する。私の見解では、5 つの問題：1. 洪水、2. 塩水遡上(昨年ベンチェ省でワークショップを行った)、3. 渇水、4. 河岸・海岸浸食、5. 地盤沈下が重要である。洪水や塩水遡上がメコンデルタでは大きな問題になっている。塩水遡上のモデルもできており、リンクを送付する。30 日先の塩水遡上の予測ができる。(Viet)
- 干害、地盤沈下も大きな問題である。もちろん、河岸浸食、海岸浸食も大きな問題である。京大を卒業した Binh 氏に質問を渡して回答させる。(Viet)
  - Binh 氏はすでに京都大学で面会しており、2 週間前にもオンライン会議を行った。今日の打合せ後に、Binh 氏にもフィードバックする。角先生は支援委員会メンバーであり、すでに調査に関して、広い視点からアドバイスをもらっている。(元木)
- タイ学長（要確認）が参加するニュージーランド支援の研究も役立つと思う。詳しい情報を同僚に送らせる。Dam Break がテーマになっている。ベトナム中部が対象であり、メコン流域は含まれない。(Viet)
- 塩水遡上対策としては MARD や省農業局が Kien Giang 省 Cai Lon/ Cai Bein 川に大型の Sea Dyke を建設している。現場訪問を推奨する。(https://thanhnien.vn/doi-song/can-canh-sieu-cong-trinh-cong-thuy-loi-lon-nhat-viet-nam-3300-ti-dong-1325093.html 参照)（Viet）
- （b）上流ダムのデルタへの影響は難しい問題である。(Viet)
- （Q2）前学長の Nguyen Quang Kim 教授（現 Chairman of Thuy Loi University Council）は越境水資源管理の視点からメコンデルタの研究を行っていた。中国を含む上流についてはデ

ータが不足していたが、国内で入手可能なデータの解析により、非常に興味深い結果を示していた。調査団訪越の際に研究成果共有のための打合せを開催することができる。(Viet)

  - ベトナム側の視点で、上流のダム運用に関して意見をうかがえないか？（元木）

- あいにく越境河川の扱いについては、私自身は専門ではないので、訪越の際に関連省庁(MONRE)を紹介することはできる。(Viet)
- （Q3）(a) ホーチミンの Vietnam Academy of Water Resources は詳しい情報を有しているので訪越の際に紹介できる。ゾーニングについて、海岸浸食ゾーンも問題になっている。Tien 川と Hau 川の合流点は是非訪問してほしい。Ca Mau 半島も塩水遡上や海岸浸食が大きな問題になっている。(Viet)
- Prof. Tang Duc Thang, Southern Institute of Water Resources Research (SIWRR: under VAWR)はメコンデルタについて政府高官にもアドバイスをしている。(Viet)
- （Q4）京大とは良好な関係が続いている。特に Thuy Loi 大職員の人材育成に期待しており、論文博士の取得や、防災を含む京大での研究を行っている。タイ先生のダム操作の研究についても京大と協力している。フランスの大学とも協力を進めている。日本では東北大の田中先生とも協力を進めており、更に協力関係を強化したい。(Viet)
- 洪水、塩水遡上、地盤沈下が問題との話があったが、地盤沈下の原因は何か？（永田）
  - 地下水の過剰くみ上げが原因である。(Viet)
  - メコンデルタは水が多いのに地下水のくみ上げが必要なのか？（永田）
  - 淡水が不足しているので地下水を揚水している。(Viet)
  - ホーチミンの地盤沈下とメコンデルタの地盤沈下は原因が違うということでよいか？（永田）
  - そのとおりである。(Viet)
- 地盤沈下の問題は何十年も続いている。地下水位のモニタリングや研究は行っているか？また、地下水利用の規制はあるか？（大野）
  - 関連研究はもちろんある。地下水揚水の規制もあり、省はくみ上げを禁止しているが、違法揚水が続いている。(Viet)
- （Q5）Mekong Delta Plan は読んだことがあるか？（大野）
  - 我々は Mekong Master Plan と呼んでいる。Resolution 120 は 3 年前に出されたが、昨年 3 年間の成果のレビューが行われている。依然、問題は大きい。(Viet)
  - Thuy Loi 大学は Resolution 120 に関して何らかの役割を有しているか？（大野）
  - 前学長の Prof. Dao Xuan Hoc（former President of TLU, former Vice Minister of MARD）がアドバイスを行っており、政府に協力している。(Viet)
- （Q8）現地視察ルートは良いと思うが、メコンデルタは広大であり、全ての課題をカバーするには 8 日間は短すぎる。私自身は塩水遡上の観測だけで 2 週間を要した。(Viet)
  - 優先すべき課題を決めて、訪問すべき場所を絞り込みたい。(元木)
- 2S 流域に関しては、メコンデルタに対する影響を含めて世銀が越境河川問題を扱っている。しかし、土砂問題については含まれていないようである。ベトナムにおける 2S 流域の土砂管理は重要課題になっているか？あるいは深刻な問題としては扱われていないか？（元木）

- 土砂管理は重要課題である。現在応募中の研究があり、これが採択されれば情報収集することになっている。地方政府に行って情報収集することを勧める。地方機関の名称は後程知らせる。(Viet)

- 関連機関の関係は複雑であるので、提案中の研究ではプラットフォームを設ける予定である。土砂問題には多数の機関が関係しており、ベトナムの問題である。(Viet)
- 流域管理に関係する主要地方政府機関を訪問したい。これらの機関の名称がわかれば提供してほしい。(元木)
  - 承知した。ただし相当複雑である。(Viet)
  - 2018 年に角先生と現地ダムなどを訪問した Binh 氏とも相談する。(元木)
- メコンデルタに関して水文モデル情報を調査している。カントー大学、Southern Institute(SIWRR) や MARD からも情報収集したい。(元木)
  - 調査に協力する。(Viet)

(打合せ後の JICA との協議)

- 道路の状況は場所により異なる。(粕谷)
  - 現地の状況がわからないので、少し余裕を持った行程にしたい。場合によっては河岸浸食と塩水遡上のみに焦点をあてた行程にするなど検討する。(元木)
- カントーはデルタの中心なので必ず訪問したい。候補案件を提案できそうな場所を考えながら現地を訪問したい。引き続き相談させてほしい。(元木)
- 特に地方部では、各地の人民委員会の職員が同行する可能性もある。(粕谷)
- Viet 先生には後程メールを送り、ホーチミン分校からの同行を依頼できるか確認する。(元木)
- 訪問省が少ないほど手続きは容易になる。(粕谷)
  - 優先させたい訪問先を絞る。(元木)
- ベトナムのビザ取得に関して、3 名の手配を進めている。大学の Diploma のコピーを提出するなど NK ハノイ事務所と連絡しつつ対応している。ラオスについても並行して手配を進めている。ラオスの NMC に Invitation Letter を出してもらう方向と理解しており、我々でできるところは手配を進める。(元木)
- 専門家しか入国できないということで、Diploma の提出が必要な場合があるようである。(粕谷)
- ラオスについてはメールが返ってきていないので、必要に応じてリマインドをかける。(濱野)
- カントー大については担当者が休暇を取っているので、改めて連絡する。(粕谷)

以上

東南アジア地域

メコン河流域における環境社会に配慮したダム運用に係る情報収集・確認調査

With Assoc. Prof. Nguyen Hieu Trung, Ph.D., Can Tho University,及び Research Institute for Climate Change に対するヒアリングメモ

日時： 2021 年 6 月 09 日（水）12:30～14:00/10:30～12:00（日本/ベトナム時間）

場所： Teams meeting

参加者： Can Tho University(dragon institute)：Assoc. Professor Nguyen Hieu Trung, 他 4 名 (water management, hydro infrastructure, water resources/livelihood/agriculture, urban development specialist)

JICA HQs: 永田、宇野、加治、大塚、JICA Vn office: 石丸, Ha,

日本工営；元木、植松、奥田、勝濱、河野、王、大野

【事前配布資料】

- Discussion Items

【議事内容】

参加者の自己紹介と元木による案件の概要説明、現段階での現状分析の結果の共有に続き、以下の議論が行われた：

（Q1）メコンデルタの水資源による環境社会影響の考え方

- 質問に挙げられている要因以外にも、国内での水利インフラ(堤防、水門等)の開発は大きな影響を与える因子だと考えている。(Trung)
- メコンデルタにおいては米の増産を中心とした食糧安全の確保を目標とした開発が行われてきた。近年は、米に限らず作物の多様化が重要との認識から、農業と漁業の併用を進めている。しかし、上流のダム開発による影響は予測不可能であり、気候変動の影響による雨季・乾季の降水量の変動が今までの経験値では対応できない状況を生み出している。(Trung)
- 降雨パターンやメコン川の流量パターンの変動は我々が予測し得るスピードを上回っている。開発計画が追い付かないのが現状であり、現存のインフラの運用を変更する事で対応している。(Trung)
- 2017 の Resolution120 により、持続可能なデルタの開発、すなわち Nature based solutions の導入、アグロビジネス、農産物の加工産業の強化に力を入れている。総じて目指すところは、貨幣価値が高く、環境影響がより少ない産業への転換である。漁業は淡水魚から汽水・海水魚の養殖に転換してきている。(Trung)
- しかし、現実的には産業構造の転換は簡単なものではない。米の国際市場は安定しており、そこからの転換を図ることは難しい。しかし、ポストハーベスト処理技術の向上等を通じて取り組んでいる。また、作物や養殖魚の新種の開発、などにより変化し続ける環境に対応している。(Trung)
- 上流での水資源開発（開発行為）において、もっとも重要なものは何であると考えてるか教

えて欲しい。(元木)

- ダム開発はやはり大きいと思う。また、農業開発、都市開発、森林伐採、上流における降雨パターンの変化など、様々な課題が入り組んでいるとの認識。一つを選ぶのは難しい。また、降雨パターンの変化でより短時間に大量の雨が降るようになっている。(Trung)
- 加えて、洪水予防の面からは、トンレサップ湖における雨季の貯留期間にも注目している。貯留期間が短期化すると(貯留効果の減少により)洪水発生リスクが変化し、現在のメコンデルタでの堤防の安全基準を超えてしまう。(Trung)
- 本調査においても、トンレサップ湖における逆流とその機能についは非常に重要だと認識している。水位パターンが変動していることに対して、メコンデルタではすでに取られている対策などはあるのか？土砂供給の減少なども含めて緩和策を教えて欲しい。(元木)
- 流送土砂量の減少もそうだが、域内での土砂掘削が塩水遡上に大きな影響を与える。(水力担当)
- 違法な土砂掘削に対しては中央政府及び地方政府による規制は行っており、国内外の研究者(イギリスの研究機関、メールにて確認中)が研究を行っているが、違法行為の規制は非常に難しい。また、デルタの河岸・海岸浸食の研究や上流からの土砂供給について研究し、地方政府の意見や見解を聞き取ることも行っている。(水力担当)
- 土砂掘削の管理についての難しさは、関わる地方局が交通局、天然資源局、産業局など複数の政府組織が関わっている事もある。(水力担当)
- 河岸浸食の緩和策として適切な都市計画(居住区の選択)も重要である。(Trung?)
- 上流のダム建設による流入土砂の減少とデルタでの河道内の砂利採取とどちらがより影響が大きいと言えるか。(永田)
- どちらか、を特定するのは難しい。その二つの要素のみならず、他の要素も関わっている。例えば、上流での土地利用の変化、経済活動の選択、デルタにおける運河や河岸の管理等も影響している。加えて、デルタの運河や河川は場所によっては土砂の除去が必要な場所もある。問題は土砂掘削が行われている場所と土砂の除去が必要な場所は異なる事と、土砂の収支が釣り合わない事である。(Trung)

(Q2) デルタのゾーニング

- 質問に引用されているゾーニング図は一般的な理解と合致している。しかし、取り組むべき分野課題によって詳細は異なってくるし、詳細に見ていく異なる意見もあると思う。(この時に紹介されたゾーニング図を含む論文の共有を依頼)(Trung)
- 水利インフラの利用の面から考えると海岸エリアはもっと細かい分類が必要である。例えばメコン河口付近は河川の流況からより影響を受けるが、Ca Mau 地域は東西から異なる潮流の影響を受けている。(Trung)

(Q3) 越境水資源管理

- カンボジアやラオスなどの上流国への要望はあるか。(元木)
- データ共有が非常に重要である。上流での水利用や土砂関連データ、開発行為の計画など、広範囲な情報の中で、私たちが知り得るのはほんの一部である。(水力担当)

- 河川管理や水資源利用に対する合意では実効性が低く、国際約束や条約の締結が必要と考える。環境流量、水質、生物多様性の確保などについて拘束力のある形で定めるべきだ。(水力担当)
- 2S に関する情報はほとんど持ち合わせていない。ニュージーランドの研究者が研究を行っていると聞いている。(Trung)
- カンボジアとの協力についてはどうか。今後の期待若しくは進行中の活動があれば教えて欲しい。(元木)
- トンレサップとメコンデルタエリアにおける越境地下水の共同研究を行っている。カンボジアの農業協会(Cambodian Institute of Agriculture とおっしゃったように聞こえましたが、メールにて確認中)との協力で、アメリカの支援を得ている。湿地保全についても、カンボジアに限らず中国やタイを含むメコン流域各国の研究機関と共同トレーニングや情報共有をしている。(Trung)

(Q4) Resolution 120 について

- Resolution 120 は従来のインフラ中心の開発から長期的な戦略をもってより柔軟に変化する環境に適応するための指針を示している。2013 年に策定されたデルタプランをベースに、統合デルタプランが作成されており、環境、運輸、農業水産、水資源管理等の視点から具体的な活動計画を策定しているところである。食料安全の保障から生態系のメカニズムを最大限に利用した経済成長へとの変革の道筋である。(Trung)
- Resolution120 はハード面ソフト面双方からの政策目標を掲げたものである。実施にあたっては組織体制の変化や、ハードインフラの計画策定、資金調達、関係者の合意形成などが必要であるが、現在のところ実施体制の整備が進められている段階と理解している (Trung)。
- 実施の上では調整機関が必要であるが、以前設立された南部調整機関は解体されたため中心となる組織が存在しない。Resolution の実施にあたっては 2 年ごとに進捗評価を行う事になっており、去年が評価年だったが、ソフト面の進捗を示す方法等不明瞭だった。昨年は党総会でもあり、各省が Resolution120 の実施計画を示した。(Trung)
- CTU の役割は様々であり、冒頭にも話したとおり natural based measures の研究、ワークショップの主催、新聞への記事投稿、中央及び地方政府との協議など行っている。国際社会からは、オランダ、アメリカ、日本(JICA/JIRCUS)等の支援を得ている。また、13 省の中心となっている立地を生かし、環境保全ネットワークを中心となって運営し、持続可能な開発の中心となっている。(Trung)
- 人材育成が一つの重要要素だと認識している。JICA の支援も受け、水資源、経済、ITC 技術等多岐に渡る学際領域(multi-disciplinary)人材の育成に力を注いでいる。(Trung)

(Q5) 土砂流量の減少について

- 優先的な取り組みとしてどのような事が考えられるか。(元木)
- 各国政府がそれぞれの政策があるため、優先的な取り組みを明確にするのは難しい。土砂移動のメカニズムに対する研究もおこなわれているがまだ不明な点が多い。国家間の良好な関係を維持した上で、各国にとって利益がある解決策を見つけていく必要がある。(水力担当)

- 電力需要を満たすダム以外の再生可能エネルギーの推進が重要だと思う。風力、ソーラー等が考えられるが、導入初期にはある程度まとまった投資も必要となるため、関係各国の調整が必要である。（Trung）

以上

東南アジア地域

メコン河流域における環境社会に配慮したダム運用に係る情報収集・確認調査

SIWRR (Southern Institute of Water Resources Research) **に対するヒアリングメモ**

日時： 2021 年 7 月 09 日（金）16:00～17:15/ 14:00～15:15（日本/ベトナム時間）

場所： Teams meeting

参加者： Mr. To Quang Toan(Chief of Training and International Cooperation Department), Ms. Lamu Noi (Training and International Cooperation Department)

JICAHQs: 宇野、永田

日本工営；元木、奥田、大野、王、河野

【事前配布資料】

- Discussion Items with SIWRR in Vietnam
- Survey Profile(プレゼンテーション)

【議事内容】

参加者の自己紹介と元木による案件の概要説明に続き、以下の議論が行われた：

（Q1）デルタにおける課題

- 2002 以前、2002~2011 年以降、そして現在の状況ではそれぞれ全く異なる状況になっている。昔は Flood があったが、今はほとんどない。塩水遡上について以前は 3 月と 4 月だったが、今は 12 月から 6 月か 7 月まで観測される。これらはダムの運用によりものであると思っている。上流からの土砂供給が減って、150 箇所以上の河岸及び海岸浸食が発生している。また、地盤沈下については 5 ㎝/年(他の場所では 1~3 ㎝/年)で発生している。過去最大洪水(2000 年洪水)では死者 600 人が記録されたが、現在の洪水は小規模である。気候変動による異常降水量、渇水、塩水遡上が農業、生物多様性・生態系に対して影響を及ぼしている。(Mr. To Quang Toan)
- LamNoi さんの専門は気候変動への適用とローカルコミュニティにおけるエコシステムである。活動として、Stockholm Environment Institute(Swedish International Development Agency:SIDA)と、ローカルコミュニティにおける給水の調査である。重要な問題として、ダム開発により流量が減り、塩水遡上を加速させている。BenTre 省では、全く洪水がなく淡水が得られず、3 ヵ月ほど塩分濃度 0.2%の水しか手に入らなかった。水道水を確保するために農業用水を倹約しなければならなかったが、 1 回の給水で飲料水 30L を確保するのも難い状況であった。水不足は農業生産や生態系にも影響が大きく、3 期作が出来ない。流量が減ったことで農産物を変更しないといけない。生態系も水量と塩分濃度の上昇によって変化している。昔は 3 か月だった塩水遡上が 5-6 か月/年となっている。灌漑用水も不足しており、水供給の問題が重要（Ms. Lamu Noi）
- ストックホルムインスティチュートとのプログラムを共有して欲しい。(河野)
- 2011 年の変化は何が要因だったのか、背景、ファインディングなどあれば、教えてほし。(元木)

- 2002-2011 には 2-3 年毎に洪水があったものがなくなった。非常に小さい規模のみになった。（Mr. To Quang Toan）
- 流況の変化はダム建設のせいだと考えるか？ダム運用により乾期流量を増やすことに作用していると思うか。（元木）
- 発電ダムにより、乾期の流量が増えと思われるが、乾期に水量が増えることも問題である。（Mr. To Quang Toan）
- メコンデルタにおける水需要と水供給とでギャップが起きていると理解した。これまで、上流国と協議した経験はあるか。（元木）
- 水資源について、各国の毎月のデマンドと平均流量について、調査したことがあるが、メコンデルタではデマンドに対し、河川流量は不足していた。（Mr. To Quang Toan）
- 地盤沈下について、メコンデルタではどこが深刻であるか。（元木）
- MONRE が作成した地盤沈下のマップがある。地盤沈下は、カマウ市の沈下が最も顕著であり、Soc Trang 省、カントーも深刻である。（Mr. To Quang Toan）
- 地盤地下の原因はなんであるか。（元木）
- 原因としては、数多くあると思うが、地下水の過剰揚水が要因と思う。精度の高いモニタリングが非常に重要と思っている。（Mr. To Quang Toan）
- （Q2）国際的なコンサルタント(Royal Haskoning)が関与している Mekong Delta Integrated Plan については、リコメンデーションを提出したのみで、計画策定には関わらなかった。局長レベルのみがコメントのために招聘され、Prof. Tang のみが招かれたため、我々の考えは取り入れなかったと理解している。（Mr. To Quang Toan）

・(Q4、Q5)　越境問題について

- 越境問題について、特定されつつある。雨期の洪水現象、乾期流量はさらに厳しく、塩水遡上が深刻である。土砂供給が減り、河岸が浸食されている。発電ダムからの放流量、運転スケジュール、貯水容量などのデータがキーである。（Mr. To Quang Toan）
- （Q8）データの共有について（Mekong Delta Data Platform）
- データシェアについては良いことである。ベトナムから中国は 2,200km と遠く離れており、雨期には 10 日間、乾期には 20 日間で到達するが、流量を予測することができ有用である。従って、上流からデルタまで到達するまでに対策は考えることはできる。しかし、データ共有においては、まだ改善すべき点は数多くある。（Mr. To Quang Toan）

- （Q6/7）モデルにおけるデータ整備について
- メコン流域は広大である。主流には 31 観測所の水位観測所と、300 カ所以上のの雨量観測[1]があるが、モデルにはそれぞれの限界がある。データ共有や新しい解析モデルの導入で、改善する余地がある。（Mr. To Quang Toan）
- （Q9）今後 JICA からの協力案として望むものがあるか？例えば、現在 MRC が利用してい

[1] MRC Data and Information Services (https://portal.mrcmekong.org/home)では雨量観測所は 668 カ所が登録されている。(2021 年 7 月時点)

る IQQM モデルでは開発が止まっているが、新しいモデルを共同で開発するものはどうか（河野）

- もし共同での新しいモデル開発などがあれば、歓迎する。（Mr. To Quang Toan）
- 洪水予警報についてはどうか？(河野)
- それについては、特段アイディアは無い。（Mr. To Quang Toan）
- 下流国の乾期の農業用水の需要について、資料はありますか？（奥田）
- 各国で需要は異なる。結果については独自(SIWRR)に解析しているものもある。情報については真偽をよく確かめる必要があるので、共有してくれれば支援することは可能である。(Mr. To Quang Toan）

＜追記＞

- Mr. To Quang Toan 氏の論文
  https://www.researchgate.net/profile/To_Toan

以上

東南アジア地域
メコン河流域における環境社会に配慮したダム運用に係る情報収集・確認調査
ADB に対するヒアリングメモ

日時： 2021 年 7 月 09 日（金）11:00～13:15/ 9:00～11:15（日本/ベトナム時間）
場所： Teams meeting
参加者： Ms. Stefania Dina
JICAHQs: 宇野、大塚、加治
日本工営；元木、植松、勝濱、河野、王、大野

【事前配布資料】
- Discussion Items with ADB in Vietnam
- Survey Profile(プレゼンテーション)

【議事内容】
参加者の自己紹介と元木による案件の概要説明に続き、先方の自己紹介があった。

- ADB 農業分野の担当者であり、ベトナム、東ティモール、ミャンマーを担当している。昨年 10 月よりハノイをベースに勤務している。(Dina)

引き続き、以下の議論が行われた：

（Q1）ADB のベトナムにおける協力事業について

- 農業分野で GMS における洪水と渇水対応を実施済み(終了したばかり)であり、ドンタップ省、ティエンザン省を対象としていた。コンプレッションレポートを共有することが可能（まだ一般公開はしていない)。
- 運輸分野でドンタップ省とカントーを接続する道路及び橋梁の整備を行っている。
- 水力発電は担当ではなく、詳細については説明できないが、必要であれば担当者を紹介することは可能。
- メコンデルタ地域外のプログラムとして、農業と環境分野への技術協力がある。また、環境と農長を組み合わせた形の技術支援が最近開始したばかりである。
- 将来予定案件としては 2 つあり、一つはメコンデルタの沿岸地域 5 省を対象としてマングローブによる護岸及び海外保全のプロジェクト、もう一つは気候変動適応のために必要不可欠な value chain の構築に必要なインフラの整備である。後者は 2024 年頃以降の開始を予定している。
- 最後に、水の安全保障のための政策支援(水利用料金の設定、農業、給水等のセクター間の水利権対立の緩和等)を行っているが、これは技術協力やインフラ整備ではなく政策対話による、比較的小規模の協力である。(Dina)
- マングローブによる護岸プロジェクトは GIZ も AusAID と実施していたと思うが、それとは異なる協力なのか。(大野)
- ADB の事業は小規模なプロジェクトを中心とした技術協力で、事業対象地に適したマングロ

ーブの選定のためのツールの開発等を行っており、GIZ/KfW と森林局が行っている事業を補完する内容である。(Dina)

- メコンデルタにおける水資源管理分野の協力は WB と GIZ が他のドナーをまとめる役割を果たしていると思うが、農業分野では同じような枠組みがあるのか。(大野)
- 農業分野に特化した枠組みはないが、メコンデルタに対する支援の枠組みは水資源に特化したものではなく、農業も含む他のセクターを包括的に見ている。オランダ政府も強く関与の上で策定されている統合的マスタープランは未だベトナム政府の承認を受けていないが、承認されれば Delta Council と相まってデルタ開発のための体制が整うと考えている。ADB もこの枠組みの一部であり、例年 9 月、10 月に開催されるメコン対話に参加している。(Dina)

(MRC への協力は行っていないため、Q 2 ,3 は飛ばした)

(Q4) JICA/日本政府への期待について

- 現状では際立った協力は無く、メコンワーキンググループのメンバーとして参加していると認識している。ADB の内部基金である日本基金(無償)を活用して、貧困削減や日本の技術・知見を活用するという案はある。(Dina)

(Q5) 越境問題について

- ADB としては越境問題に対する取り組みや分析は行っていないが、ラオスには 4 年在住した経験もあり個人的な考えとしては、水資源管理に焦点をあててしまうと、各国が満足する結果は導き出せないと思う。地勢的な状況も考えれば明らかだが、水資源に着目するとベトナムは最下流国として受け身とならざるを得ない。例えば、ベトナムがラオスの電力グリッドや太陽光・風力発電に投資を行う交換条件としてメコン川の流量にある程度の発言権を持つ等の大きな枠組みでの協力が必要だと考える。ダム以外の再生可能エネルギーの費用が安価になっているため、そこまで非現実的な話ではないと思う。
- 例として、タイはラオス北部の Pak Beng ダムに投資をしていたが、何年か前に電力購入を停止した。太陽光による発電の方が経済的なためである。カンボジアでも同様の交渉が可能だと思う。
- また、カンボジアやラオスからベトナムへの不法入国対策を取り締まる、など、交換条件は様々な可能性があるかと思う。
- 水資源の問題に限れば、土砂流入の削減や流況の変化に対してベトナムは自国で出来る対応をするしかなく、従来のコメの 3 毛作から異なる作物や養殖に切り替えたり、灌漑水の再利用を行う等の対応を図っているものと理解している。(Dina)
- 水資源を超えた枠組みによる協力は確かに重要なアプローチではあるが、セクター間の垣根や地域・省間の競争が存在するベトナムにおいて、そのような調整は容易ではないと思うが、どのように考えるか。(大野)
- 確かにベトナムに限らず多くの近隣諸国でセクター間の調整は難しい問題だとは思うが、先ほども述べたとおり、ベトナムにおけるメコンデルタの開発には副首相が議長を務める Delta Council が立ち上げられている。この枠組みによって省庁の垣根を超えた事業実施が可能である。更に、戦略的デルタプランが政府によって承認されれば、省庁間の調整の上で開発を進めることが可能だと思う。また、もし Delta Council が想定通り機能すれば、好ましい方向

に進んでいくものと考えている。(Dina)

- 水資源を超えた協力枠組みは各国の協力のための動機付けにもつながり、非常に重要だと考える。その目的で、NEXUS や Water diplomacy track1.5 などが盛んに議論されているものと理解している。そういった文脈でも、２S 支流域におけるベトナムの動向は重要だと考えているが、ADB は何か協力を行っているのか。(元木)
- 中央高原での ADB の協力事業は農業生産のために不可欠なインフラの整備であり、主に道路、部分的に水道の整備で、恐らく 2020 年に完了した。また、検討中の協力事業としては灌漑施設の近代化などがあるが、まだ事業対象地域は選出していない。2024 年前後に詳細が詰められていく予定。(Dina)

（Q7）IPCC

- ADB は外部の組織なので、公開情報を確認している状況だが、最新版が公表されればその内容を反映して今後の事業計画等に反映していく予定である。なお、ADB ではどの事業も IPCC が公表する最新の情報に基づいて、各事業のリスクや気候変動の影響などを事業計画に反映している。(Dina)

- 農業の変革について、デルタにおける深刻な課題の一つである塩水遡上の深刻化を受けて、メコンデルタでも養殖をしている。しかし、タイで同様の作物の意向が行われた際に、魚類の疫病が発生して大きな打撃を受けたとの事例もある。農法の切り替えにはこのようなリスクも伴うと思うが、どのように考えるか聞かせて欲しい。(元木)
- 非常に難しい問題だと思う。デルタでは特に利益の対立などもあると思う。基本的に農民は自分の収益を上げることを優先している。環境にやさしい事を第一優先事項にあげる農民はいない。また、農民は一転二転する政府の政策(三毛作から高価値作物への切り替えなど)に翻弄されてきた。今後の協力としては、自然環境を大規模に変革するのではなく、農民に何らかのインセンティブを与えるメカニズムの構築を目指している。(Dina)
- 具体的な進捗としては、デモンストレーション用のサイトを選定し、環境負荷の少ない手法の研究を行っている。(Dina)
- 恐らく本調査ではベトナムへの現地渡航することは難しいと考えており、調査結果がまとまった段階で再度意見交換をさせていただけるとありがたい。(元木)

以上

東南アジア地域
メコン河流域における環境社会に配慮したダム運用に係る情報収集・確認調査
MRC に対するヒアリングメモ

日時： 2021 年 5 月 28 日（金）12:00～14:10（日本時間）
方法： Zoom 利用によるウェブ会議
参加者： MRC; 1. Dr. So Nam (Chief Environment Management Officer), 2. Kun Nen Lee (?) (Water Quality Specialist/Environmental Management division), 3. Fishery Specialist/ Environmental Management division, 4. Ecosystem and Wetland Specialist/ Environmental Management division, 5. Palakorn Chanbanyong (Hydropower Specialist)
JICA；永田、濱野、宇野、大塚、加治
日本工営；元木、植松、奥田、大野、王、勝濵

【事前配布資料】
- On-line Discussion with MRCS and LNMC, 28 May 2021
- Concept Paper; Data Collection Survey for Dam Operation considering Environmental and Social Impact in Mekong River Basin

【議事内容】
JICA 濱野氏のあいさつ、JICA、MRC 双方の参加者紹介、濱野氏の打合せ目的の説明、元木総括の背景説明などを含め、以下の議論が行われた：
- 今日はトンレサップ湖の課題に焦点をあてて打合せを行いたい。案件概要は事前配布資料を確認してほしい。（濱野）
- （Q1）資料を一読して、Council Study の重要な事項について引用してもらっていると感じた。Q1 もよい質問である。現在の開発シナリオでは、トンレサップの逆流には大きな影響を与えないと考えている。不確かな記憶であるが、逆流期間が 7-10 日間程度変わるという認識である。Council Study のメッセージとして、流域各国の国家開発計画は持続可能なものでなくレビューする必要があるという結論になっている。（So Nam）
- 逆流への影響は気候変動の影響の方が、カスケードダムの建設を含む人間活動よりも大きいと考えている。近年、気候変動の影響によってトンレサップへの逆流開始が 2 ～ 3 か月遅れている。これは明らかである。今日の協議は水力ダムだけが対象で、気候変動は議論の対象にはならないのか？（So Nam）
- 気候変動は正の影響を与える場合もあるが、乾燥年については深刻な負の影響を与えている。（So Nam）
- トンレサップへの流入減少の影響は、ダムによるものだけではないことは承知している。（元木）
- 気候変動によって、季節ごとの流量変化も以前と比較して非常に大きくなった。（So Nam）

- リンクを共有するが（ https://pmfm.mrcmekong.org/monitoring/6b/ ）、2019 年と 2020 年のトンレサップへの逆流開始が遅れているのは、水文観測結果からも明らかである。MRC としても、水力ダムの運用改善による流況改善については注目している。（Palakorn）
- スライド P9 の課題は確かであるが、藻類の拡散はトンレサップでは大きな問題にはなっていない。（So Nam）
- （Q2）水文専門家がいないので回答は困難である。3S の本流に対する影響は大きいと言える。MRC の水文専門家がより正確な情報を提供できる。水量、土砂双方について、3S の管理が重要であるのは確かであり、いくつかの案件が進行している。ただし、3S における漁業活動や、魚種の多様性に関する情報は限られている。3S は重要河川であるが、MRC が魚類の観測を行っているのは 3S では 1 か所だけであり、他の環境観測所数も限られる。（So Nam）
- Lower Se San 2 はすでに完成している。3S で何ができるか可能性を検討したい。（元木）
- 水文専門家ではないので正確な情報はないが、3S はトンレサップまでの距離の面からも本流、トンレサップ双方に対する影響は大きい。水力は雨季の流量を減らす方向に働く。より上流になるがナムグム流域も大きく影響がある。上流の瀾滄江の影響についてもまだ十分な評価が行われていない。（Palakorn）
- 3S のトンレサップに対する影響が大きいのは確かである。（Officer of Environmental Management division）
- Sambor ダムの F/S（NHI Report）が実施されたが、Sambor ダムは、カンボジアの MME（Ministry of Mines and Energy）でも太陽光など他の発電手段より劣るという結論になった。代替案として、河川の一部を締め切る開発案もあったが、それでも環境に対する影響が非常に大きいということであり、技術的かつ政治的な理由で実施を 10 年間延期することになっている。既に検討を始めて半世紀を過ぎている状況であり、引き続き電力供給の在り方含めて検討することは良い方向と考える。電力需給については、流域国の協力、各国の特長、経済状況、影響も踏まえた検討が必要である。（So Nam）
- （Q3）スライドに掲載されているすべてが影響している。（Officer of Environmental Management division）
- 気候変動は各項目に対して影響を与える。（So Nam）
- どの項目がもっとも影響が大きいということは言うことができるか？（奥田）
  - ハビタットの環境はもちろん重要である。回遊も重要である。（So Nam）
- Council Study において、逆流への影響は限定的とのことであるが、漁獲量の減少に最も影響を与えるものは何か？（濱野）
  - 河川の連続性喪失の影響が最も大きい。土砂や農業による栄養塩の影響も大きいが十分な情報がない。果然の構造物による連続性の喪失により、魚類の産卵、飼育、食糧供給場所等繁殖サイクルの断絶につながり、一部の魚種は減少する。（So Nam）
- 漁業活動ももちろん影響するが、メコン川流域では 100 年にわたって漁業が続いており、漁獲量に大きな影響はない。連続性の喪失につながる構造物建設や、魚の生活場所の喪失と比較すると、漁業活動の影響は少ない。魚類の生活場所がなくなれば、魚の量も減少する。（So Nam）

- Council Study では外来種の増加の影響も指摘している。外来種は大きな脅威である。この問題はここ数 10 年の問題である。外来種のコントロールができていない。アマゾン原産のパクーがメコンに生存している。(So Nam)
- (Q4) 魚と米はトンレサップで最も重要である。トンレサップの多くの住民は漁業と農業の双方に従事している。もちろん漁獲量の減少は生計に大きな影響を与える。(So Nam)
- (Q5) 回遊性の喪失が重要な問題である。(So Nam)
- どのダムや構造物が回遊性に大きな影響を与えているということは言えるか？ (奥田)
  - いずれのダム、構造物も影響を与える。Sambor ダムの影響が最も大きい。Sambor ダムの貯水池域は魚類の重要な産卵場所にもなっている。Sambor につながっている 3S、ラオスのコーン島エリアももちろん重要である。(So Nam)
- 本流のダム開発に関しては、魚道の建設など魚類の回遊性の確保が求められている。Sambor の代替案でも、締め切り区間の減少によって、回遊性を確保しようとしている。支流域のダムは、各国の規制・基準・法に基づくため、魚道等の回遊性の確保がなされていない。(Palakorn)
- (Q8) Sambor ダムについてはカンボジアの MME が取り扱っている。3S には多くのダム計画がある。3S 地域のモデルも構築しており、来週議論が行われる。3S は複雑であり、ダム運用の影響調査は重要である。セコン川は、主要支川で唯一ダムの建設が進んでいない河川であり、重要性を調査で確認する必要がある。(So Nam)
- 3S 流域に関して、流域 3 か国の協力、調整に関する意見はあるか？ (元木)
  - 各国の関係省庁の協力は重要であり、95 年合意にも基づいて MRC はこの協力を支援する役割がある。しかし、実際には MRC の支流の構造物への関与は限られている。(So Nam)
- Community Impact Assessment をセコン川で実施している (IFC; Final Inception & Scoping Report; リンク参照； https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/ec4ff33f-1428-4ed0-b3a8-f8d54705b5dd/%28Public%29+Final+Inception+and+Scoping+Report+-+CIA+Sekong.pdf?MOD=AJPERES&CVID=mnMHW6g)。(Palakorn)
- Water-Energy-Food NEXUS の観点からも、開発と環境の両立について議論を続けている。(Palakorn)
- Adaptive Management は重要である。支流・本流 (Lancang 含む) のダム運用の改善ももちろん重要である。河川は構造物の建設により環境が変化する。これに応じた Adaptive Management Plan が重要である。これは水力だけではなく、農業、舟運、洪水管理など河川に影響を与える多くの分野で重要である。BDS の中でも長期的な調査、Adaptive Management に言及している。(So Nam)
- LMB の水力開発に関しては、開発に関する便益の還元が重要である。この現実的な手法に関する調査も必要である。まだ、この点は実現性の面でも大きな課題になっている。(Palakorn)
- (Q6) エネルギーのセキュリティはダムだけによるものではない。メコン川は 1 か国のものではなく、流域 6 か国のものである。MRC としては、すべての流域国の便益の最適化が大きな課題である。優先順位を付けるのは困難である。(So Nam)
- (Q9) Water-Energy-Food の視点が重要である。水力、漁業、舟運、灌漑など各分野につい

て Strategic Plan（SP）を設定している。（So Nam）

- （Q10）新しい BDS ではトンレサップの重要性を明確に示している。3S を含む環境流量の確保や、連続性の確保について言及している。BDS に従って SP を設定しており、各国が MRCS の調整のもとこれを実施する。National Indicative Plan（NIP）に各国の実施事項が示されている。ただし、経済状況などによって各国の NIP の実施能力は異なる。予算は NIP 実施の大きな制約になっており、二国間援助などの支援を利用する場合もある。（So Nam）
- ラオス訪問がまだ難しい状況であるが、今後も意見交換を続けたい。（元木）
- 有意義な意見交換ができた。今後も支援をお願いしたい。（濱野）

以上

東南アジア地域
メコン河流域における環境社会に配慮したダム運用に係る情報収集・確認調査
世界銀行（バンコック事務所）との協議メモ

日時：　2021 年 6 月 30 日（水）12:30～13:45（日本時間）
方法：　Teams 利用によるウェブ会議
議題：　世銀が進める新規プロジェクトの確認と最近の支援動向に関する意見交換
参加者：世銀：　Ms. Shelley Mcmillan（Water Sector Cluster Leader- Mekong, Myanmar, Cambodia, Laos, Thailand:　Senior Water Resources Management Specialist）
JICA：大塚、宇野（本部）
日本工営：元木、植松（途中退席)、王(途中参加)、大野

【事前配布資料】
- 特に無し

【議事内容】
JICA 大塚氏から本協議の目的説明、宇野氏の自己紹介、元木総括から調査団メンバーの紹介後、本論に入る前に Ms.Shelley から、担当する活動につき下記の通り概略説明が行われた：
- Senior Water Resources Specialist として 2019 年 3 月に世銀バンコク事務所に赴任後、水資源分野のポートフォリオとメコン地域協力の窓口（Focal point）を担当してきた（カンボジア、ラオス、ミャンマー、タイ)。また、ミャンマーとラオスの Project Team Leader を担当、メコン全流域の Regional Mekong Program のコーディネーターとして従事している。
- 約 18 年間世銀に在籍し、そのほとんど期間、国際河川の水資源管理に係る協力案件に従事してきた。特に、越境水資源管理やインフラ開発、水供給、衛生改善が主要分野で、近年は、メコン河流域内のダム開発が急増し、それに伴う法制度の強化や情報共有の促進、水文気象情報サービス、等に係る活動に携わっている。まずはミャンマーを対象とし、次にタイ、ベトナム、カンボジアへの展開を考えている。

その後、準備された議事項目に従って協議が進められた、結果概要を以下に示す。

(1) 世銀の新規プロジェクト（Mekong River Basin 3D Program: Resilient Dams, Development and Downstream Communities）の提案書（プロポーザル）について
- 世銀は、最近、Dam Safety に関するプロジェクトを完了した。これを受けて、特定の国で、さらに詳細な調査を実施することとなった。特に、メコン流域ではポートフォリオの中で Dam Safety については大きな課題と位置付けられている。ラオスではダム建設がこれからも続くと見られ、カンボジアでは一部のダムが一時計画凍結となったが、今後も建設が続くと見られている。ベトナムやミャンマーでも今後ダム建設が予定されている。(Shelley)
- これらの動向から、より調和のとれたアプローチが必要と考えられるようになった。特に、

法制度整備の強化が必要と判断された。既に、ラオスとミャンマーで作業を開始し、そこでは成果が上がっているので、タイ、カンボジア、ベトナムへのさらなる展開を考えた。このことから提案書では、上記3カ国を対象とした。(Shelly)

- 世銀は、MRCと長期間に渡り連携してきた経験があるが、MRCへの直接的な財政支援は間もなく終了する。現在、新しい協力分野を模索中で、新しい時代、第3次財政支援と言うべきMRCへの支援スキームを検討中である。一方で、世銀と日本政府との関係で言えば、防災管理分野で連携を継続しDam Safetyの分野でも協力して行きたいと考えている。特に、日本とのパートナーシップの下で、技術的支援や専門家派遣等が可能だと思う。1年半に渡るCOVID-19感染拡大により活動に遅れが生じているが、dam safety分野でも技術革新が求められていると見ている。リモートによるダム監視など日本の技術適用に期待をしている。(Shelley)
- ベトナムでの水資源管理プロジェクトは近々終了し、現在新規プロジェクトを検討中である。ベトナム政府は、全デルタ地域を対象としたIntegrated Development Master Planを策定中で、その中にはインフラの建設、運営、維持管理が含まれる。この機に、dam safetyに関する項目をMaster Planに統合するいい機会と捉えている。カンボジアでもラオスと同様な、新しいプロジェクトを準備中で、そこでもdam safetyに関する協力が含まれている。実施に結びつくことを期待している。(Shelley)
- プロジェクトが開始された後の実施体制について伺いたい。各対象国(カンボジア、タイ、ベトナム)での作業には外部コンサルタントを雇用することを考えているのか?(大塚)
- 提案書では3つのコンポーネントがあるが、恐らく中心となる国際的なコンサルタント会社または大学から選んだ専門家グループが全体を管理、調整することになる。また、対象3カ国各々にnational consultantを雇い、全体を管理する会社と連携して作業を進める体制を考えている。ラオスとミャンマーでは、この体制がうまく機能した。South Australia大学や日本工営(株)等との協力関係やnational consultantsとの協働実績が様々な活動に活かせると思っている。つまり、プロジェクト全体をリードする国際的なコンサルタントが中心的な役割を担い、各国のnational consultantが協力する体制でプロジェクトを運営して行くことを考えている。(Shelley)
- また、追加的な作業が必要になった場合は、専門家として雇用することもあり得る。例えば、ダム安全管理に関する解析業務やその教育・訓練分野では、専門知識を有するコンサルタント会社の雇用を考える。世銀の中の専門家、例えば、北京での勤務経験のあると上田悟氏(ダム専門家)もアドバイザー的な役割で関わると思う。(Shelley)
- 各国のカウンターパート機関は、その国の水資源管理の責任機関になるのか?(大塚)
- ダムのタイプによって違ってくる。例えばラオスではほとんど水力ダムなのでエネルギー省になり、一方、ミャンマーでは灌漑用ダムがほとんどなので農業省になる。どの機関がダム運用の責任を有しているかによる。ポートフォリオの中で、ダムを有しているあらゆる機関がdam safetyの教育・訓練ワークショップ参加の対象となる。ダム運用に関する法制度は単一のサブセクターには収まらない。(Shelley)
- プロジェクトのタイムフレームについて伺いたい。(元木)

- 世銀内部の手続きを 7 月中に終え、8 月から開始を予定する。もし可能ならば 3 つのコンサルタントを雇用し、3 カ国で並行して同時に調査を進め、プロジェクト期間は 1.5 年間、すべてを含めて約 2 年間を想定している。一つの国が終わってから次の国を行うやり方だとより長期間がかかり事務的にも大変である。経験ある国際的なコンサルタントが全体を管理し、そのもとで各国の national consultant が同時進行で進める手法が管理上好ましいと考えている。(Shelley)
- ラオスはどうして対象から外したのか？（元木）
- 活動から除外しているわけではなく、ラオスでのプロジェクトはすでに予算付けされ現在進行中であり、今年の 11 月、遅くとも X'mas までには調査が完了する予定だからである。ラオスは、今後もたくさんのダム建設を計画しており dam safety を強化すべき最も重要な国と認識している。(Shelley)
- 技術的な側面から言うと、2018 年のダム決壊事故については、下流のカンボジアで死者が出るなど深刻な被害が発生した。ラオスでは dam safety に関する 3 つの別々の法律があり、それがすべてまだ適用されている。それが政府機関によるダムの安全管理を難しくしている。これまでに 15 ダムが 1991 年の規定、20 ダムが 2007 年の規定、10 ダムが 2020 年の規定に従ってそれぞれ登録されていて非常に複雑である。管理手順の統合化を進める必要があると進言している。(Shelley)

(2) 本調査の概要説明

元木総括から、調査概要の説明が行われた。(他協議での説明と同様のため省略)

(3) その他の質疑応答

(a) 2S 流域の実施中案件

- 2S 流域で実施中の"Sesan and Srepok River Basin and Mekong Delta Water Resources Management Project"について伺いたい。プロジェクトの進捗状況は如何か？（元木）
- Covid-19 感染拡大のために影響を受けているが、現在まだ進行中で、このプロジェクトは、M-IWRM のもとで実施中である。今年中に終わる予定だったが、パンデミックの影響で来年 9 月まで延長された。それまでに計画策定し、その後、実施段階に入る予定と聞いている。確か一ヶ月前、最終ミッションが現地に行っているはずで、現況についてより詳細な情報を追って共有する。(Shelley)
- 将来の案件形成上、3S 流域は非常に重要と捉えており、現在、他ドナーがどのような協力を行っているか確認したいと考えており情報提供をお願いしたい。(元木)
- 了解した。Project Manager (Mr.Tan) にも確認を取り、追って連絡する。カンボジアでも、3S 流域とトンレサップ湖を対象とした世銀支援による優先プロジェクトを希望していると聞いている。これらも含め、より詳細な関連情報を後で共有する。(Shelly)

(b) Mekong Vision 3.0

- Mekong Vision 3.0 の目的は、メコン流域全体を対象により広範囲な協力プログラムを策定す

ることで、stakeholder analyses 実施を計画している。内部の調整会議を先週終えたばかりである。恐らくは 8 月上旬には、協力パートナーを決め、各国はワークショップを開催し、作業結果を報告し共有する事になると思う。一つ目は、この 10 年～20 年間の生物物理学的（生態系の）なデータが大きく変わっていること、特にデルタへの土砂供給量が減り、ほぼ 50%以上に低下している。ダムによる影響や森林伐採、等がデルタの脆弱性をさらに高めており、地域間の協力が、特にベトナムでは必要となっている。二つ目は、メコン本流からのトンレサップ湖への流入量（環境流量）、その発生時期の変化が、魚類の産卵環境に大きな影響を及ぼしている。持続可能な限界に達していると見られる。（Shelley）

- 一方、MRC は、もはや越境問題に関する唯一の調整機関ではなく、現在 LMC が積極的に活動しており、Water Resources Cooperation Center もある。彼らはライバルとして競争するのではなく、それぞれの役割と責任を明確にすべきである。MRC は、環境面の持続可能性を保つためのリード役を担うべきである。MRC は開発に関するデータを共有し、Regional Development Plan をうまく策定しているが、彼らの進言やアドバイスが、各国の開発計画や NIPs（National Indicative Plans）に反映されないことが問題である。流域各国は一方方向の計画策定を行っており、流域の状況は悪化しつつある。Mekong Vision 3.0 の詳しい報告書は 8 月上旬に公開されると思う。（Shelley）
- 極めて重要な指摘が今の説明には含まれていると思う。LMC は益々存在感を増しており、近年 MRC は技術面、資金面で LMC への依存度を深めている。我々はこの動きを注視しており、流域全体の水資源管理に今後どう影響するか、大きな影響を及ぼすのではないかと見ている。この点については、今後も情報交換を是非お願いしたい。（元木）
- このようなの協議の場は非常に重要だと思う。世銀の新プロジェクトに関するプロポーザルについては、JICA として異存はない。（大塚）
- MRC の体制に関する説明があったが、メコン河流域には、確かに違う動機に基づき運営されている数多くの地域協力枠組みが存在し、そのほとんどすべてが極めて政治的に動いている。目的が違うため、それぞれが協力するというのは非常に難しくなっている。どのプロジェクトも成功しているものはないと言っていい状況と考える。世銀は、Mekong Vision 3.0 によってどの程度の地域協力を成し遂げようと考えているのか、特に、環境配慮に対する効果的な協力構築は可能と思うか、お考えを聞きたい。（宇野）
- 世銀は次の 10 年間に渡る分析に基づく基礎情報を提供するとともに長期に渡ってその中でもリーダー的役割を担っていく心積もりでいる。メコン流域において、現実的には 2 つの枠組み、つまり MRC と LMC が中心的な存在であるが、将来的に MRC は存続し続けるべきと考えている。我々は協働できる可能性を探す必要がある。ラオスは過去 10 年間で 350 基ものダムを建設してしまった。各国における資金計画も含めた開発計画の最適化と、流域管理も含めた多国間の協力体制とその規約の制定が緊急に必要である。（Shelley）
- 世銀は、他の国際河川、例えばザンベジ川、ナイル河、セネガル川、ドナウ川等での経験や知見を、各国の計画に活用できるよう MRC を支援することを考えている。メンバー各国を極めてニュートラルに見ている。中国もメンバーであり、各国は LMC への協力文書に署名している。（Shelley）

- 誰が Mekong Vision 3.0 の計画を実施するのか？世銀はそのためのコンサルタントを別途雇用するのか？（大塚）
- Mekong Future Institute を雇っている。彼らは MRC Council Study の作成に携わった。2017 年から 2018 年にかけて完成し、彼らの契約は、2021 年 3 月に完了した。彼らは Mekong Vision 3.0 の初期段階のコンサルテーションを実施済みである。一旦、彼らの業務が完了後、もし残業務があれば、世銀内で完結させるつもりである。内部にも経験豊かな専門家がいるので可能だと考えている。ワシントンにいる Global Team など。さらに世銀には、過去 20 年間に渡って支援してきた経験がある。コンサルテーションでは、計 60 回のインタビューを 6 ヶ国で実施した。チュラロンコン大学や昆明大学等も含め、流域内の主要な NGO にも実施した。今後、分析結果がまとまれば共有したい。（Shelley）
- さきほど、dam safety に関する法制度（ラオスのケース）について説明があったが、ダム建設のための投資枠組みの分析等は含まれていないのか？（大野）
- その点については、現在の作業スコープには含まれていない。しかし、ポートフォリオの分析には、ダム建設のための財政構造（水力開発では IPP カンパニー、灌漑開発では政府機関）の分析も含まれる。これはダム建設における財政の流れを理解するための最初の入口と言える。また、これらの情報は JICA 調査にも有用な情報だと考えている。（Shelly）
- 今日は時間を頂き大変有難く思う、次回協議の機会もまた作りたい。（大塚）

以上

東南アジア地域
メコン河流域における環境社会に配慮したダム運用に係る情報収集・確認調査
JICA 長期専門家 に対するヒアリングメモ

日時： 2021 年 10 月 22 日（金）11:00～12:45（日本時間）
方法： Teams によるウェブ会議
参加者： JICA 長期専門家； 餘語（東京電力パワーグリッド）、小藪（東電設計）
(敬称略) JICA； 宇野、大塚
日本工営； 元木、植松、河野、王、勝濵

【議事内容】

はじめに、以下とおり自己紹介などを行った：

- 20 年前に EDL に長期専門家として赴任していた。私自身も水力土木技術者である。現在は Power Grid の Code や EDL の経営改善も担当している。(小藪)
- 本調査はコロナの影響で多くの現地調査を実施できず、期間も 1 年延期されている。幸いカンボジアだけは今年 1 ～ 2 月に現地調査ができた。(元木)
- 東電パワーグリッド海外事業推進室に所属している。JICA 案件 2 件に参加している。(餘語)
- 餘語さんのもとで電力アドバイザーをやっている。水力の技術基準策定、ダム安全についても支援している。1998 年から 3 年間 JICA 専門家として EDL に入っていた。(小藪)
- 案件概要説明に続いて、質問事項についてお話をお願いしたい。(元木)

その後、元木の案件概要説明に続き、以下の議論が行われた：

- まずはラオスの概要についてお話する。注意すべき点として、電力系統が 2 つのタイプに分かれていることがある。一つは国内供給用系統であり、これは 115kV タイ系統に接続されている。これとは別に輸出専用系統があり、輸出先（タイ、ベトナム、カンボジア）の系統に直接接続されている。この 2 つのタイプは全く別物である。契約先も全く別である。後者はラオス国内の電力系統とは全く関係がない。(餘語)
- 後者については輸出専用の発電所であるが、一部、国内系統に接続する発電設備を別に持つものもある。EDL-T が設立され、近々操業開始して 230kV 以上の送電線建設を担う。(餘語)
- 国内向けはほぼ 100%水力発電で賄っており、雨期、乾期で発電能力が 2 ～ 3 倍の開きがある。雨期は需要に対して発電能力が大きくなっている。電力系統 MP 調査（2017～2020）を実施したが、2017 年の時点で既に以前の需要想定が大きすぎ、実績が乖離していていることがわかった。このまま水力発電所の建設が進むと余剰が発生することが判明した。実際には、すでに雨期については相当の余剰が発生している。(餘語)
- MP では国内需要向けのものをベトナム向けに転換する、タイとの連系容量を拡大して雨期は火力中心のタイに輸出するといった連系強化を提案した。中国の EDL-T 設立準備も同時に進行していたため、中国側に対してもこれを提案した。中国側は中国による電力輸出（ラオスを通じてベトナム、カンボジアに輸出）も計画していたが、需要があるかどうかは不透

明であった。（餘語）

- MP 後に JICA による課題抽出に基づいて 3 つの技プロが出てきた。このうちの一つが電力政策アドバイザーである。（餘語）
- Q2 の今後もダム開発が続くかという質問に関して、国家電力開発計画の改定案が 8 月にでた。Excel の表に示されるとおり、2030 年までの開発案件リストがある。オレンジは太陽光、薄赤色はバイオマスや火力である。国内向けの新たな水力開発は、特に雨期に余剰が発生するため今後は原則進めないことになった。しかし、例外がある。「C」の建設中のもの、CA の Concession Agreement されたもので、例えば Nam Phoun は CA の Status であり、こういったものはなかなかやめにくいという事情がある。乾期は電力が不足するためタイから電力を輸入している。火力建設についてはこの不足を補うために進められる。（餘語）
- Park Ngum Dam はナムグム川とメコン川との水位差を利用し、ナムグム川の水位が低い時に発電されるので、乾期の発電量が増える。MK Laungphabang はタイへの直接輸出を計画しているものだが、５０MW は国内向けとなっている。また、Houay Ho は輸出用の IPP 水力であるが、コンセッションが切れて EDL に移管され国内向けの電源となる。（餘語）
- Q1 に関しては、ラオスの電力法に従って開発することになっている。日本政府（JICA）はダム開発に関する技術基準（Lao Electronic Power Technical Standard）を 2000 年から 2004 年にかけて整備している。この Technical Standard の下に Dam Safety Standard も設けており、2018 年に世銀が支援している。セピアン・セナムノイダムの事故がきっかけとなり、整備が続けられ、ダム安全のための法律の策定や、ダム安全を管轄する部局が作られている。（小藪）
- Q2 については餘語さんのご回答のとおりである。計画は需要を見つつ進められることになる。抑えられる方向である。（小藪）
- カスケードの本流ダムで DD の段階のものがあり、今後の開発の見通しはどうか？　5 年、10 年先延ばしといった可能性はあるか？（元木）
  - メコン本流は全てタイへの輸出用である。タイ向け案件には 1～7 の優先順位が付けられている。（Nam Ngum 3, Nam Theun 1 他につづき 4～7 がメコン本流）。（餘語）
  - Xayaburi は発電所がラオス領であり、ラオスの規制の影響を受けるが、Sanakham, Pak Lay, Pak Beng はタイ国境にあり、タイ側の規制の影響も受けて難航している。一方、Luang Prabang は建設が進んでいると聞いている。メコン本流についてはタイの意向次第の面もある。（餘語）
  - MRC の合意形成 Procedure に進められて行われており、遅れもあるかと考えていたが、進める方向であることが分かった。（元木）
- 国内向け水力開発は抑えられているが、すでに MOU を締結している会社からは反発はないか？（植松）
  - 詳しい状況について我々は関知していない。MP で需要が下方修正され、その後 MEM からは必要のない発電所を示してほしいと言われた。その結果、MOU を締結しているものの中にはキャンセルに近い状況になったものもある。ただし、実際の反発などの状況については当事者に確認しないとわからない。（餘語）
  - 以前、開発意図が高くない企業であっても MOU を締結して、この権利を販売するビジ

ネスを行っていると聞いたことがあった。これが質問の背景の一つである。（植松）

- 少々古い情報であるが、MOU を締結しているものについても、PPA 締結や FS 実施などの Key Date が設定されており、進捗がなくこれが達成されていないものは 3 年を限度に無効になると聞いていた。（小藪）

- （Q4）ライセンスは中央と地方でも異なるように思う。地方で計画されたものが積み上げられておらず、ダブっているという話をきいたことがある。（餘語）
- ラオスでもライセンスはゆるく発行されており、これが過剰供給の背景となっていることから、ラオスも同じ状況と考えられる。IPP のライセンスの管理については、期限が来て条件を達成できないと無効になる、ということで管理していると思う。ラオス国内だけであると、ラオスの法律で対応できるが、他国が絡むものは進めにくくなっている。ラオス国内であっても、最近は国際的な環境保護団体の圧力のもと、環境対応などが厳しくなっており、住民移転も政府が主体的に行っている場合もある。（小藪）
- （Q5）ご指摘のとおり EDL の財務状況は悪い。EDL はラオス国内の供給を担っている。Take or Pay により発電がゼロであっても、IPP の固定費に対して EDL の支払いが生じている。需要が少ないため国内の売電収入が伸び悩む中、発電電力量以上に支払いが発生しているのが現状である。（餘語）
- 中国の南方電網が 90%の資本を持つ EDL-T に設備を売って EDL の収支を補うということも考えられている。JICA、世銀も EDL の財務状況改善に関する支援を検討している。危機的状況にあるのは確かである。国内水力の建設にも影響が出る。ドラスティックな変更は影響が大きくなるため、これを緩和するための検討を行っている。（小藪）
- 水力の性格として発電量に雨期と乾期の差がある。水力の計画では発電可能エネルギーの全てを販売できると考えてフィージビリティを出している。2010 年代前半くらいまでは EGAT との連系容量が十分であったので、雨期を含めて全発電電力をタイに輸出できた。現在は乾期を見て計画を立てることによって、雨期には余剰が発生する状況になっている。連系線の容量の制約と、雨期の余剰電力はタイ側でもそれほど必要とならないため、雨期の余剰電力を利用する産業の育成、水素生成など、電力利用について検討が必要である。（餘語）
- 余剰電力をどうするかという点について、揚水の可能性はあるか？（植松）
  - 揚水の必要はあり、建設可能な地点もある。あとは経済的に見合うかである。（小藪）
  - 揚水は季節間ではなく、時間単位（１日以内）の調整に向いている。問題は雨期・乾期の話であるので、揚水は季節変動の緩和には向いていない面もある。（餘語）
- （Q6-1）IPP の政府移管は予定どおり進むと考えられる。これらの発電所は国内用に利用される予定である。Huay Ho は 2029 年に CA が切れてラオスに移管される。一方、最初の IPP 案件（Theun Hinboune）は途中で増設しており、期限が 2034 年まで延びる可能性はあるが、他については徐々に移管されることになる。（小藪）
- （Q6-2）堆砂は設計上想定しているが、これを上回るところも出ていると推定される。十分な発電量が出ていないといった話も聞いている。この対策をどこまでやっているかはわからない。まずは調査から始める必要がある。（小藪）
- ほとんどのダムは堆砂対策はなされていないと考えられるので、このままラオスに移管され

ると問題になる可能性がある。（植松）

- ご指摘のとおりであるが、個別の情報がなく調査が必要である。（小藪）

- （Q7）Sekong の発電所地点に関して、Nam Kong 3 が建設中だと思うが、この数か月から 1 年の間に、EDL との契約をやめ、EVN との契約に転換された。230kV 送電線でベトナムに輸出することになっていると思う。以前はカンボジアに輸出されるという話もあったが、ベトナムになった。従って、国内向け事業リストからは外されている。（餘語）
- Xekong Down A（86MW）の建設が始まったという情報がある。このダムは Sekong 本流のカンボジア国境の直上流に位置しており、生態系に対する影響が大きいとみられている。何か情報はあるか？（元木）
  - 国内供給用リストには掲載されてない。この位置だとベトナムかカンボジアへの輸出になる。ベトナムの場合は、発電所オーナーもコントロールしやすいベトナム系が多い。本案件についてはカンボジア向けの可能性がある。（餘語）
- Sekong の MP を見たことがあるか？ EDL 内の扱いが気になる。報告書はウェブ上で公開されているが、現時点における計画上の位置づけ（優先度）がわからない。（元木）
  - 見たことはない。一般的には MP 策定に先立って予備調査があるはずである。MP 策定にあたっては戦略的環境調査が行われることになるが、「戦略」という言葉を使うことについてラオス側が反発していた経緯がある。開発を抑えるようなものについては、ラオス側が警戒するスタンスがあった。（餘語）
  - 開発を計画する MEM の DEPP（Department of Energy Policy and Planning）があるが、この部署はざっくばらんに話をしてくれる。同部署は開発を推進する立場にある。（餘語）
- （Q9-2）Joint Pilot Project に関するラオス国内の意思はどうか？（元木）
  - ラオス国内だけでは決められない面があるので、MRC などが音頭をとらないと進まないと思う。ラオス政府に必要性を理解してもらうことはできると思う。（小藪）
  - MRC は調整についてはできるが、実施は各国の政府機関になる。（元木）
  - ラオスがどこまで積極的にやろうとするかは見えてこない。（小藪）
- （Q10）再生可能エネルギー導入の目標はあるが、FIT などの優遇措置を整備して積極的に支援するということはいまのところ考えられていない。ラオス政府も予定はないとしている。太陽光や風力の買取りでも、水力など他の電源と同じ土俵で比較されている。（餘語）
- （Q11）EDL-T が設立されたので、電力 MP の青写真も変わったかと思う。（植松）
  - 隣国との連系は除くという Concession Agreement を内々に確認している。そのため、ADB の進めるラオス・ミャンマー連系線、世銀の進めるラオス南部・ベトナム連系線は予定通り進められている。一方で、中国とラオス北部を 50 万 V で接続する計画があり、ここからタイ・ベトナムに至る計画は残っている。しかし、中国側にとっては、ラオスと連系してタイ、ベトナムに売電するという当初の計画から、だいぶ状況が変わっている面もある。10 年前に打ち出された一帯一路の構想は鳴りを潜め、新型コロナの影響や、中国国内では石炭火力の稼働を抑えて電力不足になっているという状況もあり、逆にラオスから買電するという話もある。一方、中国は電力が安く、ラオスの希望価格で販売できるかどうかはわからない。（餘語）

- （Q12）ラオス国内向けの水力は、大きくても 30MW などユニット容量が小さいものが多いため、割高となっている（平均 6.5 セント/kWh）。EGAT の買電価格がこれよりも安い。雨期の余剰電力はこの低い価格で売っており、利益を生めない構造になっている。（餘語）
- （Q13）カスケードダムの最適運用は日本でやっているが、ダムを同じ電力会社が所有しているのでできることである。ラオスの様に異なる IPP が存在するところでは難しい面もある。調べてみないとわからない面もあるが、堆砂は今後問題になる可能性は高い。現在、ラオスが最も気にしているのはダムの安全である。これまでは安全管理は IPP に任せていたが、検討が必要になっている。（小藪）

以上

東南アジア地域
メコン河流域における環境社会に配慮したダム運用に係る情報収集・確認調査
AfD Laos に対するヒアリングメモ

日時： 2021 年 11 月 10 日（水）16:00～17:15/ 14:00～15:15（日本/ラオス時間）
場所： Teams meeting
参加者： Mr. Khonesavanh, Mr. Dubrac, Mr. Laurent

JICAHQs: 宇野
日本工営；元木、奥田、王、大野(記録)

【事前配布資料】
- Discussion Items with AfD
- Survey Profile

【議事内容】
参加者の自己紹介と元木による案件の概要説明に続き、以下の議論が行われた：

Q1. AfD による Laos に対する協力の優先課題について

- 水分野においては、水資源管理、灌漑用水管理等多岐に渡っている。また、AfD の優先課題として気候変動があり、資金協力の 75%が気候変動への適応策に充てられている。また、優先課題は対象国によって異なっており、メコン流域ではミャンマーと中国を除く 4 ヵ国への支援を行っている。カンボジアは農業開発や灌漑プロジェクト、Stung Sankger 流域を中心として参加型水資源管理の協力を行っている。これらのトンレサップ湖周辺の水資源管理に対する協力を通じて、Tonle Sap Authority の支援を行っている。また、都市給水の分野ではプノンペン水道公社や地方都市の水道事業体を通じて上水道分野の技術協力を行っている。MRC への協力としては 1995 年当初より資金提供をしている。また、本流の水理データ収集や分析、観測所の設置や解析ツールの開発などに対して支援を行っている。(Laurent)

Q2. Coordination Monitoring Center(CMC)の進捗等について

- AfD は 2018 年より実施し 2020 年に完了した CMC の Feasibility Study（F/S）に出資をした。データ共有の体制構築、ダム運用の最適化、及びダムの安全性向上などを目指している。また、政府機関と IPP 事業者の連携などにも寄与するものと考えている。(Dubrac)
- モニタリングセンターは部分的にでも建設設置されているのか？（元木）
- CMC に関してはラオス政府との合意に至っていない点が多く、具体的な施設建設や技術協力は行っていない。いくつかのツール作成を支援したが、これらは CMC のスコープ外の協力である。
- CMC の F/S は水力発電に限らず、農業分野の支援にも有効なものである。また、第一に小規模なパイロット事業を行う必要がある。IPP 事業者やラオス政府も本事業に関心を示

しているが、4 百万 USD の資金が必要と試算されており、誰がこの資金を負担するのか(ラオス政府が負担するとしたらエネルギー省か天然資源省か等も含む)も決まっておらず、加えて実施体制や責任機関等も決まっていない。(Khonesavanh)

- CMC の進捗について今後の展望はいかがか。活用されれば、ラオス政府のみならず MRC や他のアクターにとっても有益と考えられる。また、AfD はラオス政府がそのような事業を管理することが出来るとみているか。(元木)
- CMC の重要なポイントはご指摘のとおり多くの関係者を調整することにあり、その点は本件を実施する上で難しい点の一つだと認識している。(Dubrac)
- ラオス政府は IPP 事業者との調整も必要があると思うが、CMC の実施に対する IPP 事業者の反応はどうであったか。(奥田)
- CMC の案件形成をしていた時には IPP との公式な意見交流は行っていないが、特段の反対意見は出されなかった。また、システムの安全性などに注目しているようであった。(Dubrac)
- IPP 事業者の動向には AfD としても注目しており、特に中国の企業は重要だと考えている。(Khonesavanh)
- 先程、CMC の実施に 4 百万 USD が必要との説明があったが、AfD が拠出を予定しているのではないのか。(大野)
- 4 百万 USD は初期の設備投資を含む 2 年間の事業の運営費である。今のところ AfD が支援するという確約は無い。ナムグムカスケードダムのモニタリングに出資する意向もあるが、まだ決定したわけではない。また、実施体制についても、ラオス政府(エネルギー省)が決断する必要があるが、AfD 側からすると、ラオス政府の実施能力については疑問がある。(Khonesavanh)

Q3. Basin development Strategy 2021/2030、SP 2021-2025 について

- 冒頭でも説明したとおり AfD は今まで MRC を支援しており、モニタリングの実施や調査の実施などの技術面や資金提供をしてきている。(Laurent)
- 資金提供とは、150 万ユーロの資金提供のことか？また、AfD は BDS の策定に直接的に支援を行っているのか。(奥田)
- その通りである。BDS の策定に対しても支援している。(Laurent)
- また、AfD は地域事務所と各国事務所において MRC に対して異なった内容の支援をしている。MRC に対してはバンコクに拠点のある AfD の地域事務所を通じて支援を行っており、二国間協力の観点からは各国の拠点が担当している。ラオス政府に対してはエネルギーセクター若しくはガバナンスセクターが受け皿となって協力を進められるのではないかと考えている。今年中には追加の予算が配分される予定だが、もし CMC の実現性が確認できない場合には中止となる事もあり得る。(Khonesavanh)
- AfD は MRC のラオス事務局である LNMC に対しても支援を行っているか。(奥田)
- LNMC による National Indicative Plan の策定に対する支援には関心はあるが、今のところ具体的に何かを行っているわけではない。ラオス政府が実施方針案を策定した内容を検

討した上で、適切だと判断される場合は支援を検討する可能性もある。(Laurent)

Q4. MRC と LMC の関係性の変化・協力体制について

- 最近、MRC と LMC のデータ共有などが盛んになってきたとの印象を持っているが、どのように分析しているか。(元木)
- AfD は MRC と他の地域協力枠組みとの協力体制構築を推奨しており、そういった意味では望ましいと考える。しかし、今のところそこまで大きな関係性の変化はなく、AfD の協力方針も今後大きく変わる見込みはない。少なくてもデータの共有は進んでいる、との認識である。(Laurent)
- MRC は分権化を進め事務局の人数を減らすなどしているが、人員が減ることによって本来の役割を果たせないなどの懸念はないか。(元木)
- MRC の分権化の流れは認識しており、水理データの観測や管理体制に影響が及ばないか注視している。また、MRC は各国政府と事務局の活動資金や人員が不足した場合は各国が拠出する旨の約束を交わしているものの、各国政府には実際は拠出できない場合もあるものと認識している。いずれにせよ、分権化の流れは把握した上で今後の動向を見守っている状態である。(Laurent)
- 我々も分権化は MRC にとって困難な側面も伴うものと認識しており、日本としても支援の可能性のある分野があるのか、幅広く検討しているところである。そのためにも、本日は貴重な時間をいただきお話が聞けて非常に参考になった。今後も機会があれば意見交換をさせていただきたい。(元木)
- JICA がエネルギー省に対する資金協力を行い、CMC の立ち上げを支援する事は可能か。(Khonesavanh)
- JICA は各国の支援方針に基づいて支援方針を検討しており、現段階ではラオスへの支援に該当するような協力方針は立てていないと思われる。しかしながら、必要性や妥当性が確認されれば、今後の支援計画に盛り込むことも可能だと思う。FS レポート等の関連資料を調査団に提供していただき、本調査の視点から CMC への協力が妥当かどうかを検討出来ればよいと思う。(宇野)

以上

東南アジア地域

メコン河流域における環境社会に配慮したダム運用に係る情報収集・確認調査

Dr. John Dore（Australian Embassy, Bangkok）に対するヒアリングメモ

日時： 2021 年 12 月 08 日（水）15:30～16:45/ 13:30～14:45（日本/バンコック・ビエンチャン時間）

場所： Teams meeting

参加者： Australian Embassy: Dr. Dore (from Bangkok) , Ms. Rhonda (1st secretary, Vientiane) Ms. Mali, Ms. Thipphavone (Vientiane), Ms. Rutmanee(coordinator for Mekong partnership)

日本工営；元木、植松、河野、大野(記録)

【事前配布資料】

- Questionnaire

【議事内容】

参加者の自己紹介と元木による案件の概要説明に続き、以下の議論が行われた：

Q1. 近年のメコン川流域管理について、どのような(正・負の)影響やトレンドがあるか、またその背景はどのようなものとして分析しているか。

- 主に 4 つの変化があると感じている。1 点目はインフラ整備(水力ダム)の増設である。これは明らかにネガティブな環境社会影響があるが、建設工事による収益、資金調達の容易性、建設する側にとってはリスクの軽減・転換や外部化(流域住民や下流へのリスク増)につながる事が主な背景だと考えられる。2 点目は生態系に対する影響であり、言うまでもなく負の影響である。特に下流域での漁業やトンレサップ湖の水理に多大な影響を与えている。3 点目は社会影響である。水力発電による利益は被影響住民には還元されず、多くの場合資金の借入元である政府も負債が膨らんでいる。ラオスにおいて顕著である。これは、最初に指摘したダムに対する資金調達メカニズムが主な背景となっている。4 点目は政治的な、上-下流域国間での協力である、LMC-MRC の結びつきが象徴的であり、データの共有という側面からはポジティブに捉えることも出来る。ただし、その背景には中国がデータの政治的な利用(politicizing knowledge と表現)を強めようとする姿勢があり、引き続き注意が必要である(Dore)
- 昨日から開催されている LMCWRC(Lancang Mekong Water Resources Cooperation Forum)を視聴していても、非常に大掛かりな会合を開催し、影響力を強めようとしている事がうかがえた。(元木)
- その通りだと感じる。LMCWRC は MRC の総会よりもハイレベルの参加者が多く、タイ以外は大臣が出席しており、影響力の大きさを誇示するかのようなアジェンダだった。(Dore)

Q2. 中国の立ち位置に対して、他の流域国はどのような印象を持ち、対応しているか。

- タイとベトナムは中国の関与を全面的に歓迎しておらず、注意深く対応しているという印象

である。一方、カンボジアとラオスは中国の存在失くしては開発を進められないような状況であり、大いに影響を受けている状態と認識している。(Dore)

- 我々も政治的に近いカンボジアとラオスは中国に依存していると思っている。特に、インフラ建設は中国の援助に頼っており、メコン河流域のダム建設においては、ラオスやカンボジアで中国系企業が大きな存在感を誇示している。(元木)
- 一方で、評価すべき点としては、中国が年間を通じたデータを提供する事になったことであり、下流国からも歓迎されている。興味深い変化として見ている。(Rhonda)
- 昨年から始まったデータ共有はいい流れである。いずれにしても、様々な動きがあるとの理解である。(元木)
- アフリカ諸国に対する中国の開発行為は、非常に厳しい借款契約条件が課せられており、返済が滞る状況に陥ると、例えば、その見返りとして空港の運営権が中国側に移るような内容となっている。メコン流域国における水力開発においては、そこまで厳しい条件ではないと理解しているが、何か見解があれば教えて欲しい。(大野)
- メコンにおける中国の融資は中国輸出入銀行による公的資金源によるもののため、銀行独自の判断というよりは政府の方針に従った資金提供を行っている。アフリカ諸国について詳細は把握していないが、メコンの流域国に対してはそのような厳しい返済条件は課せられておらず、異なる対応が取られているのではないかと思う。(Dore)

Q3. 本調査ではどのような働きかけがより持続的な開発への行動変容につながるかを検討している。1)ESG 投資の促進、2)科学的知見の活用、3)トラック 1.5 のようなメカニズム、4)UN Water Courses Convention のような国際的枠組み、right of nature 等の法的枠組み・権利に基づいた取組み等を検討しているが、メコンにおいてはどのようなアプローチが有効と考えられるか。

- 1)について、先ほども話題にあったように、メコンのダム開発の資金源は公的資金(中国輸出入銀行等を含む)がメインのため、ESG ガイドラインの整備などが必ずしも有効とは思わないが、メコン地域で中国やタイ、その他の国が ESG を高いレベルでコミットするようになれば非常に有効だと思う。その際には、詳細な融資条件の設定が必要となると思う。2)について、今までの経験から、科学的知見が政策レベルの意思決定に反映されるまでに何年(何十年)も要している事を考えると、残念ながら経済発展の元にはないがしろにされる（有効な圧力として機能することは期待しづらい）ことが殆どといえる。3)について、メカニズムと言えるか分からないが、安全保障と表現の自由を確保することが極めて重要と考えている。流域 6 ヶ国では様々な形で表現の自由が制限されており、非常に残念なことだが市民活動や研究者が自由に声を上げられる環境にはない。4)UNWCC は流域国は批准しておらず、メコンにとってはそれほど影響力はないと考えている。LMC-Water は、明確にこの基準を否定している。UNECE（United Nations Economic Commission for Europe）はもっと積極的に働きかけるべきだと考えている。5)Right of nature についてはオーストラリアにおいても尊重されておらず、メコン流域国について語る事は出来ないが、開発か環境か、という二択での議論ばかりで、持続的な開発の可能性は認識されていない現状だと理解している。(Dore)
- タクソノミーについてはどう考えるか。(元木)

- ASEAN タクソノミーはまだ信頼のおける仕組みにはなっていないのではないかと思う。また、タクソノミーは即効性がない事も考慮し、IFC と日本政府が行っていたダム開発に対する環境社会助言サービス(Environmental and Social Advisory Services)のような取り組みの方が有効と考え、オーストラリア政府も資金提供を行った。(Dore)
- タクソノミーでは水力ダムが再生可能エネルギーとして青信号と分類されているケースもあり、分類が非常に重要と考えている。(元木)
- 個人的にはメコンの本川にはこれ以上ダム建設は不要と考えており、既存ダムの容量を再生する等の取り組みに力を入れることが有効と思っている。また、設計や運用の際には IFC の基準等を参照することが有用と考えている。(Dore)

Q４．ダム開発は（ダム出資者、開発者の）目先の利益の為に行われているが、どうすれば周辺住民や被影響住民の持続的な生活や長期的な利益につなげることが出来るか。

- 日本やオーストラリアで行われているような利益の再配分が行われれば、ある程度は改善できるのではないかと考えている。しかし、SDG s に基づいて開発を進めることは、世銀をはじめ、JBIC や IFC など、主要な国際機関にとって困難なのではないかと思う。(Dore)

Q5. 日本を含む流域外国が今後のメコン地域の為に協力出来る事は何か？また、オーストラリアの今後の地域における戦略は？

- 3 つあり、一つ目は MRC やベトナムでのメコンデルタ協力枠組み等の既存の枠組みに対する支援を行う事だと思う。この地域における日本の支援は、何故か一貫していいないように見える。プノンペンにある MRC の Regional Flood and Drought Management Center（RFDMC）への出資等も有効だと思う。既に水文観測機材の供与等、有効な援助実績がある。2 つ目は電力セクターへの支援を行う際に、電源の種類についても目を向ける事である。Japan-US Mekong Power Partnership においては、送電の力の強化を支援して成果が上がっているが、環境社会影響の大きいダムによって発電された電力は排除する等の配慮はなかったと認識している。揚水発電方式のダムを支援するというのもよいのではないか。3 つ目は水資源管理や気候変動分野での奨学金制度への支援や日本の研究者の参画である。(Dore)
- オーストラリアの今後の戦略については、時間の制限もあるため、本日の参加者それぞれの担当プログラムについて整理し、メールベースで追って連絡することとしたい。(Dore)

以上

東南アジア地域
メコン河流域における環境社会に配慮したダム運用に係る情報収集・確認調査
Fair Finance Thailand に対するヒアリングメモ

日時： 2021 年 12 月 02 日（木）12:00～13:15/ 10:00～11:15（日本/ラオス時間）
場所： Teams meeting
参加者： Fair Finance Thailand: Ms. Sarinee (Sal forest), Ms. Phairin (International Rivers) Ms. Rin, Ms. Mind, Ms. Gray

JICAHQs: 永田、宇野、大塚
タイ事務所：遠藤、Ms. Suphak
日本工営；元木、勝濱、王、大野(記録)

【事前配布資料】
- Questionnaire
-

【議事内容】
参加者の自己紹介と元木による案件の概要説明に続き、以下の議論が行われた：

Q1. Fair Finance Thailand の主要な活動内容について

- Fair Finance Thailand は調査会社と 4 NGO によって構成されている団体であり、タイの投資銀行の情報公開の内容を精査し啓蒙活動や技術支援を行っている。オランダに本部のある国際的なネットワークのタイ支部である。活動内容としては主に 3 点あり、1）11 の銀行(7 行が民間、3 行が特別目的銀行)の持続可能性分析を行う事、2)銀行や監督機構(regulator)と協力し、公共政策のスコア付けを行ったり、水力発電関係ではセコンダムやサヤブリダムのケーススタディによって投資銀行に対する啓もう活動を行う事、3)国内の銀行や NGO に対する能力強化を行う事が主な活動内容である。(Sarinee)

Q2. タイの投資家がどのようにメコンにおけるダム開発の利害を評価しているかについて

Q3. タイの投資家にとっての最も大きなダム事業への投資リスクについて

Q４. タイの投資家にとってメコンでのダム事業への投資は、電源開発と買電事業への投資という 2 つの局面がある。双方の側面から、重要な関心事項は何か。

- ダム投資のリスクや問題点についてはリンク先の情報を参照して欲しい。(メモ最後のリンク 2)。全体の方向性として言うと、10 年前に比べればよりリスクが認識されるようになったと感じている。以前は、銀行側は事業が実施される国の法令に基づいてダムを含む開発案件の形成や実施がされていれば良しとされていた。最近は ESG リスクがより認識されるようになり、ただ単に法令に従えばよいというものではなく、より包括的な検討が必要だと認識されていると思う。なお、いくつかの銀行は赤道原則を採択している。(Sarinee)

- 大きくまとめると、リスクとはどのようなものか。また、そのような状況の中で、なぜ、金融機関はダムに投資し続けるのか考えをお聞きしたい（元木）
- リスクに関しては他のメンバーから説明があると思うが、ダム投資の動機は大きく 3 つあると思う。1 つめは電源開発や電力供給に関する政策との整合性が担保される点、2 つめは ESG リスクを除けばダム建設の投資回収に関するリスクは非常に低く（自然災害等による工事遅延等で限定的）、IRR 等の財政指標が高い事が確実である点、3 つめは共同出資の形になる場合が殆どであって、単独融資と比較してハードルが低い点である。(Sarinee)
- ダム事業への投資リスクについてはマーケットの状況などにもよって変容が著しいが、その要因としては、気候変動によるもの、NGO 等の介入、地政学上のリスクなど様々なものがある。また、事業自体が当初予定していた設計内容から大きく異なる形で完成するサヤブリダムの事例などもある。そういった様々な要因に対して、金融機関側も注意を払うようになっているのは確かである。(Rin/Sarinee)
- 補足として、近年の傾向としては気候変動の影響として水文パターンが変化することによって収益が目減りするリスクも増大していると感じている。他方で、未だに事業者はダム事業の利益を過大評価、リスクを過小評価している。例えば、売電契約には越境リスクについての定義や考え方、誰が補償するのか等の考え方が十分に検討されていない。メコンに関していえば、既に本来の河川としての機能は失われ人工的な要素が増大し、それに伴ってリスクも増大している現状が反映されず、従来のままのリスク評価に留まっている。(Gary)

Q 5 - 6 ASEAN タクソノミー、マレーシア、中国、ベトナムの投資家の差異

- 既に説明したとおり、投資家にとっては主に 3 つの動機があると考えている。また、現在中央銀行が XX と共同でガイドラインを策定しているが、ダムへの投資はグリーンとして分類される見込みである。現実的にダムの環境社会影響を考えると、本来は全てのダムは赤信号として、適切な設計や緩和策の実施など、詳細な条件をクリアした事業のみをグリーンとしてカテゴリーするなどの工夫が必要だと考える。規制機関はタクソノミーとハイリスク要素のリストなどを整備して、投資家がメコン河におけるダム開発のリスクを十分に理解できるように情報を提供する必要がある。また、規定を作るとともにそれらを実行する手順も非常に重要だと思う。(Sarinee)
- 事業のリスト若しくは適用外の案件リストなどどのような形態でも構わないが、実務的に活用可能なチェックリストなどを用意し、実行させることが必要である。ようやく世界ダム協会(Hydropower Association)が世界遺産サイトにおけるダム建設を禁止することを表明したが、それだけでは不十分である。ミャンマーにて IFC が資金提供したダム事業が高リスク案件として分類されたが、こういったリスクのランク分けはゼロから開発するのではなく、既存のリスク評価の枠組みを応用することで可能になるものと思う。(Gary)
- 中国は大きな存在感がある。中国の銀行がルアンパバンダムに投資しているほか、ラオスにおける最大の投資家である。(Sarinee)
- タイの銀行の考え方にも変化がみられる。ESG 投資に対するガイドラインも文書として

は整備されつつあり、パブリックオピニオンを収集するような動きも見られる。それは中国の投資家の変化についても同じである。参考まで、ベトナムに関するレポートのリンクをシェアする(Gary)

以上

<参考：会議中に共有のあったリンク>

1) https://fairfinancethailand.org/bank-guide/case-studies/challenges-of-dam-financing-for-thai-banks-the-case-of-xayaburi-and-xpxn-projects/
2) Challenges of Dam Financing for Thai Banks: The case of Xayaburi and XPXN Projects (fairfinancethailand.org)
3) Sustainable banking guidelines/ responsible lending adopted by Thai Bankers' Association in 2019: https://www.tba.or.th/wp-content/uploads/2019/08/Guidelines-ResponsibleLending.pdf
4) https://fairfinanceguide.org/ff-international/case-studies/2019/the-laos-dam-collapse-and-the-responsibility-of-japan-s-private-banks/

Minutes of the Hearing with Tsinghua University

Data & Time	June 19th, 2020 (Fri.), 14:00-15:30 (CST) 15:00-16:30 (JST)
Meeting	Zoom
Attendee	Dept. of Hydraulic Engineering, School of Civil Engineering, Tsinghua University: Prof. Guangheng Ni, Prof. Fuqiang Tian Nippon Koei Co., Ltd.: Motoki, Katsuhama, Wang

<Contents>

Following the briefing of the project by Mr. Motoki, the following discussion was held.

Prof. Ni:

- Prof. Tian visited all the five countries (Myanmar, Thailand, Laos, Cambodia and Vietnam) that Mekong River flows. He has been modeling the Mekong River in the fields of water resources allocation, environmental conservation, and sediment movement etc.
- China has continued building dams at upstream, while Vietnam and other countries are also constructing dams. China has made progress in the cooperation with LMWRCC (Lancang-Mekong Water Cooperation Center), who plays an important role as the upstream country.
- Nippon Koei (NK) has a wealth of experience in water resources projects and water resources modeling in Asian countries including the Mekong River. NK has implemented many projects with JICA, during which knowledges could be utilized in the Mekong River. It is considered that the purpose and contents of this JICA survey are in line with the needs.
- It is well understood that NK plans to visit LMWRCC, the Ministry of Water Resources of China, CHINCOLD (Chinese National Committee on Large Dams), hydropower engineers etc. Supports would be provided from Tsinghua University.

Prof. Tian:

- The content of the survey is very important. At Tsinghua University, several people including Professor Ni, have been studying the Mekong River. We have been doing research with a focus on NEXUS on the Mekong River.
- Mekong has a great impact on agricultural products in the downstream area, such as the fisheries resources in Cambodia. The relationship with NEXUS and numerical analysis have been researched. NEXUS related papers have been published and would be shared later.
- Sediment movement as well as dams have a great influence on the transport of fisheries resources and nutrients. We welcome you to China when the COVID-19 would be settled down.
- It has been researched that the drought in 2020 would occur once in 50 years, which impact is serious.

We are very interested in the researches of Tsinghua University, especially in dam operation and

benefit sharing. [Mr. Motoki]

Q1: Are the researches of professors independent or carried out within the framework of the LMWRCC? [Mr. Katsuhama]

- The results were shared with LMC and MRC experts. Although the research is independent, it is conducted in cooperation with the government. Our research supports government activities. [Prof. Tian]

Q2: Could you introduce the contact person of LMWRCC? [Mr. Motoki]

- Yes, it's possible. [Prof. Tian]

Q3: We would like to know the Chinese international transboundary river policy. Because China controls several rivers upstream, are there any common systems or regulations regarding international river management? [Mr. Motoki]

- There is no common rule, because each river has different situations. The international river problems are complex. Therefore, there is no common rule. However, China has some agreement with each country. There is an agreement on data sharing with India and Bangladesh on the Yarlung Tsangpo River. There is a similar agreement on the Amur River. [Prof. Tian]

Q4: China Huaneng Group is the operator of most of the hydropower stations along the Lancang River and some power stations in downstream countries. Because Nippon Koei does not have direct contact, would you help us to contact? Or is it better to contact through the Ministry of Water Resources of China in order to to know more about the operation of the power plants. [Mr. Katsuhama]

- China Huaneng Group is running under government's regulations. Rules such as flood control are open [Prof. Tian]

Q5: Who is the key person in Mekong International Cooperation to hear their opinions? [Mr. Motoki]

- The key person differs depending on the field. On the government side of LMWRCC, Mr. Yu Jun and Mr. Zhong Yong would be the contact person. [Prof. Tian]
- Recently, a paper on the cooperation of the Mekong River has been published by Mr. Zhong Yong which could be shared. [Prof. Ni]

Q6: Compared to the downstream of the Mekong River, it seems difficult to obtain information of upstream. Is the data present but not accessible, or is the data itself missing or quite few? [Mr. Motoki]

- One reason is that hydrological observation is difficult in remote areas. Besides, private

companies that generate electricity do not disclose their data. The government also holds data which is not public. That's why data sharing has not progressed. [Prof. Ni]

- The dam operation rules are not disclosed because they relate to the management of private companies. For security reasons, they have not made this public. [Prof. Tian]

Q7: Is there a comprehensive environmental survey on dam construction in the upper Mekong region? [Mr. Motoki]

- Development companies are obliged to submit EIA reports to the government, which have been evaluated by the government. [Prof. Ni]

Q8: What is the effective way for Japan to avoid political influence and improve the natural and social environment of the Mekong Basin? [Mr. Katsuhama]

- Since Japan is not located in the Mekong basin, it can cooperate from a neutral standpoint. The idea of improving the situation by changing the dam operation is good. A paper was published of impact on the downstream due to improved dam operations in China. [Prof. Ni]

At last, if the direction (concrete schedule of field works) of the JICA's survey is decided, we would like to discuss with you again. [Mr. Motoki]

- It's ok. [Prof. Ni]

End of document

東南アジア地域
メコン河流域における環境社会に配慮したダム運用に係る情報収集・確認調査
Stock Exchange Thailand に対するヒアリングメモ

日時：　2021 年 12 月 13 日（月）17:00～17:40/ 15:00～15:40（日本/バンコク時間）
場所：　Teams meeting
参加者：　Stock Exchange Thailand: Ms. Nareerat, Mr. Tanawat
JICA HQs:　宇野、大塚
タイ事務所：遠藤、Ms. Suphak
日本工営；元木、奥田、大野(記録)

【事前送付資料】
- Questionnaire

【議事内容】
参加者の自己紹介の後、タイ国内の証券市場における Stock Exchange Thailand（SET）の役割について、プレゼン資料を使って説明があった。説明の後、事前送付した質問状に基づいて以下の協議を行った：

Q5. 政府・大手アセットホルダー・運用会社などのうち、誰が ESG を積極的にリードしているか？

- 政府がイニシアティブをとっているとの認識。COP26 にも参加し、国の代表として発言をした。例えば、外務省は海外の投資家とのコミュニケーションの支援や促進を担っており、一方、財務省は持続可能投資のワーキンググループ(タイ中央銀行、資本市場における投資監督機関、SET も参加)を立ちあげ、２ヶ月前に今後 5 年間のロードマップを公開する等、それぞれの分野で ESG 投資の促進に貢献している。また、最近の動きとしては、法務省が人権・近代奴隷制(modern slavery)に対する取り締まりを強化する等もしている。他の官庁も関わっているが、首相府の下で、た、政府の他にはタイの資産運営会社、投資コンサルタント、投資アナリスト等の関与も大きく、活発である。(Nareerat)
- ESG の環境系の動き(環境省の役割など)はどうか。(大野)
- 環境や持続可能性についても、政府がイニシアティブをとって産業活動による炭素排出量の抑制（carbon initiative reduction）を進めている。例えば運輸セクターであれば運輸省が主導して推進している。また、数カ月前、政府は全国レベルの規模で bio-circular-green economy (BCG)開発スキームを立ち上げ、国内のビジネスを対象に BCG モデルの推進もしている。(Nareerat)

Q6. 責任投資に関する動き（特にタクソノミーなどの基準の設定の状況）について

- タクソノミーであれ、投資の枠組みであれ、プラットフォームの形成を進めている段階である。(Nareerat)

- ESG を推進するため、タイのタクソノミーは分類するとすればヨーロッパのタクソノミーにならっているのか（奥田）

- 投資のクライテリアなどはグローバル化しているため、潮流をとらえていく必要があり、国際標準となるとヨーロッパに従うケースが多い。しかしながら、地域の特性や背景を考慮する必要もあるため、ヨーロッパ等の事例を参考にしつつ地域特性を反映している。ASEAN タクソノミーはその一例であり、ASEAN 地域で共通のプラットフォームとなっていくものと考えている(Nareerat)
- 水力開発に関する投資についてお聞きしたい。例えば、サヤブリダムへの投資と買電契約については、訴訟が起きているなど非常に微妙な問題だと思うが、他にも様々な問題がある中、タイの人々間ではどのように捉えられているのか。強い懸念を持ってうけとめられているのかどうか、答えられる範囲で教えて欲しい(奥田)
- ダム建設・水力開発への投資はタイの投資家にとって関心は高い状態だと思われる。ご指摘のとおり主に社会影響面でのリスクや繊細さに対する懸念も投資家の間では高まっているとは思う。ただし、ネガティブな面についてはリスクをできるだけ排除しつつ投資する可能性を探っている状況と見ている。(Tanawat)
- もし、問題が起きれば、資産管理者は会議を招集し議論し、問題を解決しようとする。
- 興味深い視点だと思う。投資家としては、事業を様々な側面から多角的に分析し、事業主体とも協議しながら意思決定を進めていると理解した。エネルギーセクターでは、水力の問題だけでなくエネルギー安全保障全体が重要になっていると認識している。天然ガスの（国内生産から）輸入への転換、閉塞感のある再生可能エネルギー市場などの問題もある中で、投資家は何を選択するか。(奥田)
- すべての資産管理会社にとって、ESG に関する懸念は重要なリスク要因となるため、管理者たちは積極的に当事者にコンタクトし、議論し、状況把握に努めている。最近では、資産管理会社が ESG 専門家を雇用するケースが増えており、時には直接事業会社に連絡を取って状況を確かめるなど積極的な情報収集を行う事で事業ガバナンスの透明性を高めていると考える。このような構造で、投資家と事業主体による相互チェックと均衡が保たれている。(以下、2 枚のプレゼン資料が共有された：Nareerat)

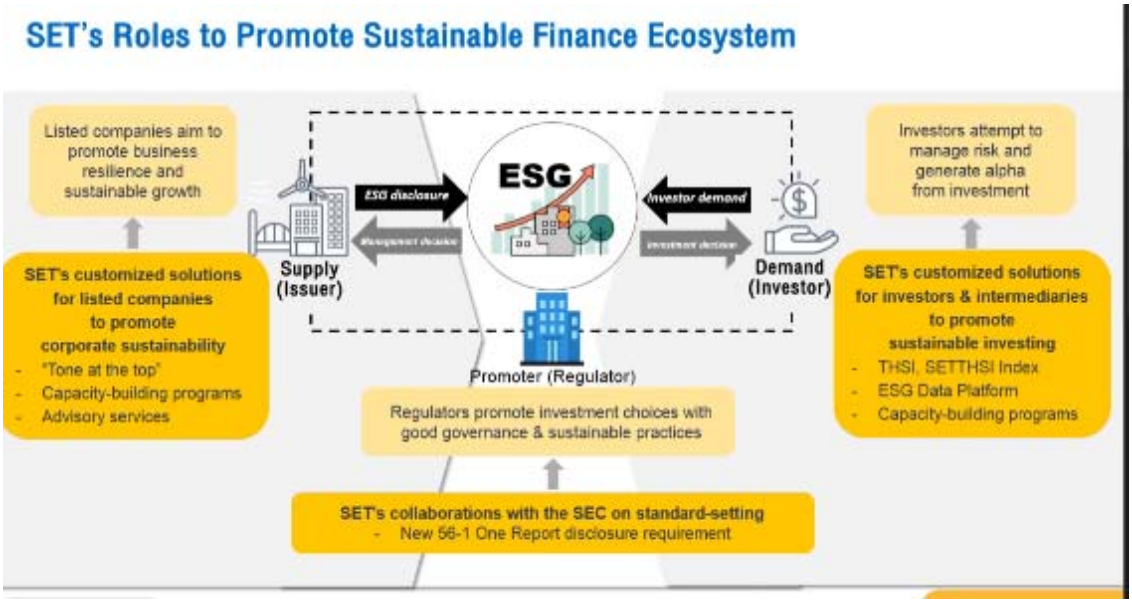
Q３．タイの電力関係の企業（例、CK Power）の多くが非財務情報を出しているが、投資判断の材料としてどの程度役に立っているのか？

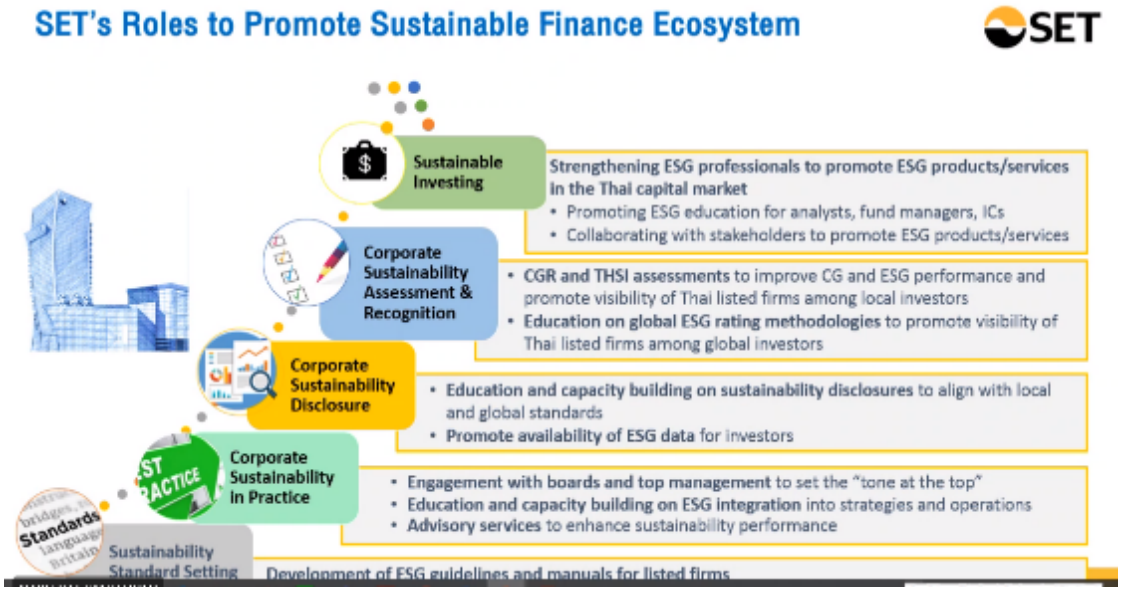
- 主要な情報源はそのようなレポートなので、企業が発行する非財務情報の報告書の重要性は増している。ただ、投資家にとって重要なのは当事者意識を高める事であり、企業の代表者に直接問い合わせるような事も行って情報収集をしている。このような生の情報の方が、１年に一回刊行する年次報告書などよりも参考になる事が多い。(Nareerat)

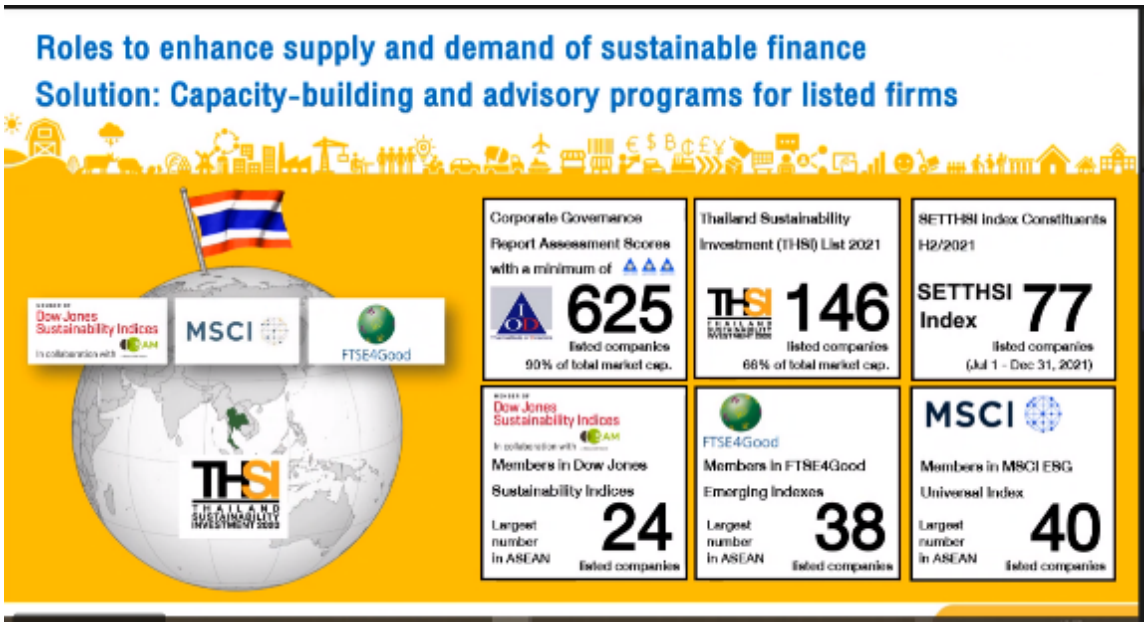
Q４．ESG 投資商品はその他の投資商品と比べてリターンが大きいと言えるか？

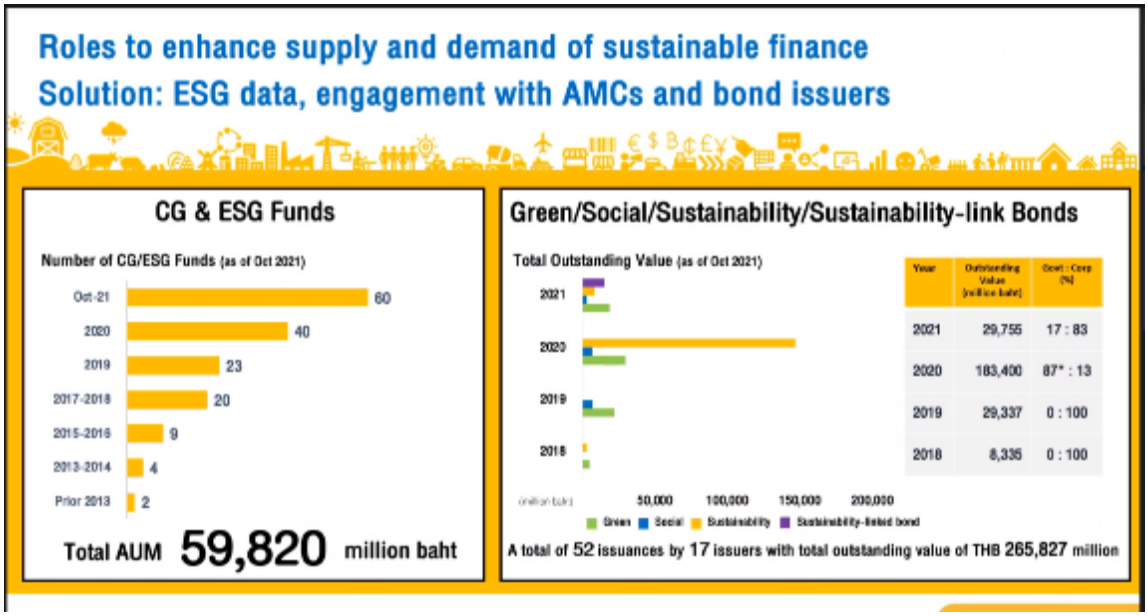
- グラフで示した Thailand Sustainability Investment (THSI)の指標で見れば、市場平均に比べてリターンは大きい。これは ESG を重視するような企業が改革に前向きで、COVID-19 のような社会変動に積極的に適応しているからと思われる。ESG 投資が浸透することにより、企業が製造工程を見直して技術革新を生み出すことや、新しい持続的なビジネスモデルが構築されること、ESG 関連のリスク、特に社会影響が認識されより配慮されること望ましく、そういった流れを投資の面から生み出していく事が重要だと考えている。(Nareerat)

<参考：冒頭でプレゼンのあった SET の概要>


SET's Roles to Promote Sustainable Finance Ecosystem
Listed companies aim to promote business resilience and sustainable growth
SET's customized solutions for listed companies to promote corporate sustainability
- "Tone at the top"
- Capacity-building programs
- Advisory services
ESG disclosure
Management decision
ESG
Investor demand
Investment decision
Supply (Issuer)
Demand (Investor)
Promoter (Regulator)
Regulators promote investment choices with good governance & sustainable practices
SET's collaborations with the SEC on standard-setting
- New 56-1 One Report disclosure requirement
Investors attempt to manage risk and generate alpha from investment
SET's customized solutions for investors & intermediaries to promote sustainable investing
- THSI, SETTHSI Index
- ESG Data Platform
- Capacity-building programs


SET's Roles to Promote Sustainable Finance Ecosystem
SET
Sustainable Investing
Strengthening ESG professionals to promote ESG products/services in the Thai capital market
• Promoting ESG education for analysts, fund managers, ICs
• Collaborating with stakeholders to promote ESG products/services
Corporate Sustainability Assessment & Recognition
• CGR and THSI assessments to improve CG and ESG performance and promote visibility of Thai listed firms among local investors
• Education on global ESG rating methodologies to promote visibility of Thai listed firms among global investors
Corporate Sustainability Disclosure
• Education and capacity building on sustainability disclosures to align with local and global standards
• Promote availability of ESG data for investors
Corporate Sustainability in Practice
• Engagement with boards and top management to set the "tone at the top"
• Education and capacity building on ESG integration into strategies and operations
• Advisory services to enhance sustainability performance
Standards
Sustainability Standard Setting
Development of ESG guidelines and manuals for listed firms


Roles to enhance supply and demand of sustainable finance
Solution: Capacity-building and advisory programs for listed firms
Dow Jones Sustainability Indices
MSCI
FTSE4Good
THSI
Corporate Governance Report Assessment Scores with a minimum of
625
listed companies
90% of total market cap.
Thailand Sustainability Investment (THSI) List 2021
146
listed companies
66% of total market cap.
SETTHSI Index Constituents H2/2021
SETTHSI Index
77
listed companies
(Jul 1 - Dec 31, 2021)
Members in Dow Jones Sustainability Indices
Largest number in ASEAN
24
listed companies
Members in FTSE4Good Emerging Indexes
Largest number in ASEAN
38
listed companies
Members in MSCI ESG Universal Index
Largest number in ASEAN
40
listed companies


Roles to enhance supply and demand of sustainable finance
Solution: ESG data, engagement with AMCs and bond issuers
CG & ESG Funds
Number of CG/ESG Funds (as of Oct 2021)
Oct-21 60
2020 40
2019 23
2017-2018 20
2015-2016 9
2013-2014 4
Prior 2013 2
Total AUM 59,820 million baht
Green/Social/Sustainability/Sustainability-link Bonds
Total Outstanding Value (as of Oct 2021)
2021
2020
2019
2018
50,000
100,000
150,000
200,000
Green Social Sustainability Sustainability-linked bond
Year | Outstanding Value (million baht) | Debt : Corp (%)
2021 | 29,755 | 17 : 83
2020 | 183,400 | 87* : 13
2019 | 29,337 | 0 : 100
2018 | 8,335 | 0 : 100
A total of 52 issuances by 17 issuers with total outstanding value of THB 265,827 million

Roles to enhance supply and demand of sustainable finance
Solution: One-stop platform for ESG ratings

settrade
Your Investment Portal

CG Ratings CG Ratings by Thai Institute of Directors

THSI Sustainability Assessment by SET – THSI Stock List

SETTHSI SETTHSI Index Constituents

DJSI Dow Jones Sustainability Indices Constituents *(DJSI World + DJSI EM)*

ESG Ratings ESG Scores by Global Partners

ESG Information

Symbol	Industry/Sector	THSI	SET THSI Index	DJSI	Arabesque S-Ray®		MSCI		S&P		Vigeo Eiris	
					ESG	Rank	ESG	Rank	ESG	Rank	ESG	Rank
AAV	SERVICE/TRANS	✔	✔	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ADVANC	TECH/ICT	✔	✔	✔	59.85	36/106	A	9/99	67.10	6/32	40.00	10/24
AEONTS	FINCIAL/FIN	-	-	-	-	-	A	9/99	-	-	-	-
AGE	RESOURC/ENERG	✔	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Roles to enhance supply and demand of sustainable finance
Solution: THSI Assessment

SET

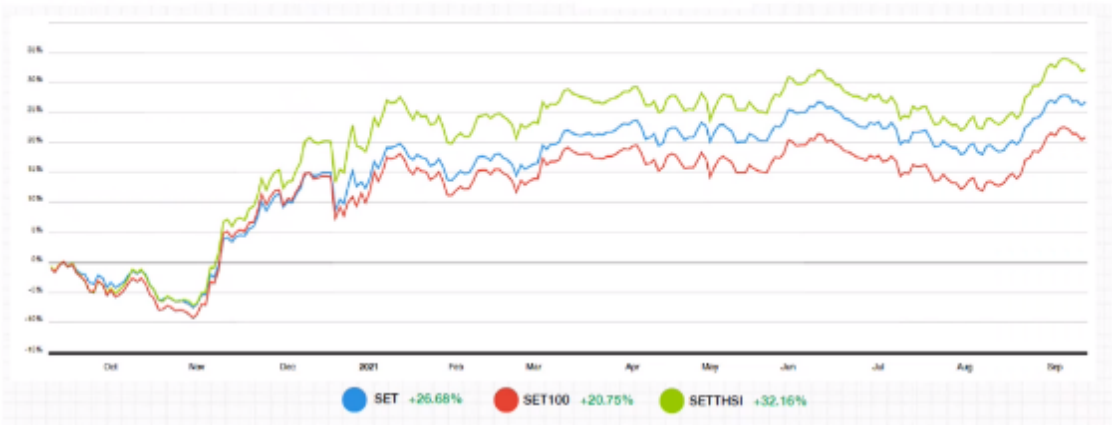
Thailand Sustainability Investment (THSI) and SETTHSI Index

Example: General indicators for all industry groups

Economic	Environmental	Social
• Corporate Governance • Code of Conduct • Risk & Crisis Management • Materiality • Customer Relationship Management • Supply Chain Management • Tax Strategy • Business Innovation for Society and Environment	• Environmental Reporting • Environmental Management • Operational Eco-efficiency • Climate Strategy and GHG Reduction	• Social Reporting • Fair Labor Practices and Human Rights • Human Capital Development • Talent Attraction and Retention • Occupational Health & Safety • Community Engagement • Stakeholder Engagement

Roles to enhance supply and demand of sustainable finance
Solution: SETTHSI Index

SET



添付資料 B

メコン河流域ダム建設における
関係者リスト

メコン河流域の水力開発に関わる出資者・融資者・買取者リスト

国	段階	ダム名	発電会社	出資者	融資者	買取者
中国	既設	Wunonglong	華能瀾滄江水電	中国華能集団公司（子会社の華能瀾滄江水電股份有限公司を含む)、雲南省能源投資集団有限公司など	未確認（公的資金？）	中国南方電網
中国	既設	Lidi				
中国	既設	Huangdeng				
中国	既設	Dahuaqiao				
中国	既設	Miaowei				
中国	既設	Gongguoqiao				
中国	既設	Nuozhadu				
中国	既設	Xiaowan				
中国	既設	Manwan				
中国	既設	Dachaoshan				
中国	既設	Nuozhdau				
中国	既設	Jinghong				
中国	計画	Ganlanba				
中国	計画	Mengsong				
ラオス	計画	Pak Beng	Datang Pak Beng Hydropower Co., Ltd.	大唐国際発電（ダタンインターナショナル）（中国)、 EDL（ラオス)、EGCO（タイ）？	未定（China Development Bank？）	未確認/未定
ラオス	計画	Luang Prabang	Luang Prabang Power Company Limited	PV (Petro Vietnam) Power Engineering Consulting Joint Stock Company（ベトナム）	未定（China Development Bank？）	未確認/未定
ラオス	既設	Xayaburi	Xayaburi Power Company Limited	CK Power（タイ)、PTT Plc（タイ)、EGAT（タイ)、Gov. Laos（ラオス）	Bangkok Bank, Kasikorn Bank, Krung Thai Bank, Siam Commercial Bank, TISCO, Thai EXIM Bank	EGAT、EDL
ラオス	計画	Pak Lay	未確認/未定	PowerChina Resources Ltd. (Sinohydro)（中国)、China National Electronics Import-Export Corporation (CEIEC)（中国）	China EXIM Bank が 17 億ドルの借款（利子率 6%?）を供与予定。	未確認/未定
ラオス	計画	Sanakham	Datang (Lao) Sanakham Hydropower Co. Ltd	大唐国際発電（Datang International Power Generation Co. Ltd.）（中国）	未定（China Development Bank？）	未確認/未定
ラオス	計画	Pak Chom	未確認/未定	エネルギー省・代替エネルギー開発・効率化部（タイ）	未確認/未定	未確認/未定
ラオス	計画	Ban Koum	未確認/未定	Italian-Thai Development PLC（タイ)、Asia Corp. Holdings Limited.（タイ）	未確認/未定	未確認/未定
ラオス	計画	Phoug noi (Lat Sua)	未確認/未定	Charoen Energy（タイ)、Water Asia Co. Ltd.(タイ)	未確認/未定	未確認/未定
ラオス	既設	Don Sahong	Don Sahong Power Co. Ltd	Mega First Corporation Berhad (Ground Roses Ltd., Silver Acreage Ltd.)（マレーシア）and EDL（ラオス）(Sinohydro がコントラクター)	複数の金融機関（85 百万ドル)、イスラム系資金源（65 百万ドル）など	Cambodia

国	段階	ダム名	発電会社	出資者	融資者	買取者
カンボジア	凍結	Stung Treng	未確認/未定	Royal Group（カンボジア）	未確認/未定	未確認/未定
カンボジア	凍結	Sambor	未確認/未定	Hydrolancang （中国）、Royal Group（カンボジア）	未確認/未定	未確認/未定
支流ダム（主要）						
ラオス	既設	Nam Theun 2	Nam Theun 2 Power Company	EDF (France), EGCO (Thailand), LHSE (Lao Gov.)	WB/IDB/MIGA, ADB, European Invest. Bank, Nordic Invest. Bank, Coface, EKN, GIEK, FDA, PROPARCO, Thai EXIM Bank, BNP Paribas, Crédit Agricole, ANZ, Société Générale, Fortis Bank, 東京三菱銀行、７つのタイの銀行	EDL, EGAT
ラオス	既設	Nam Ngum 2	Nam Ngum 2 Power Company Ltd.	CK Power (SouthEast Asia Energy)（タイ）、EDL（ラオス）	Bangkok Bank, Krungthai Bank, Siam Commercial Bank	EGAT、EDL
カンボジア	既設	Lower Sesan 2	Hydropower Lower Sesan 2	Hydrolancang（中国）、Royal Group（カンボジア）、 EVN（ベトナム）	中国資金（公開されていないが China Development Bank との情報有り）	EVN、EDC
ベトナム	既設	Buon Kuop	EVN（ベトナム）	EVN（ベトナム）	資金の大部分はベトナム国内で調達。残りをベラルーシ、ロシア、ABN-AMRO から調達との情報。	EVN
タイ	既設	Pak Mun	EGAT（タイ）	EGAT（タイ）	世銀	EGAT
ベトナム	既設	Yali Falls	EVN（ベトナム）	EVN（ベトナム）	未確認	EVN

出典：以下の資料等をもとに調査団作成

International Rivers, A Dangerous Trajectory for the Mekong River, Update on the status of Mekong Mainstream Dams, 2017.

Urban, F., Nordensvärd, J., Khatri, D., Wang, Y., 2013. An analysis of China's investment in the hydropower sector in the Greater Mekong Sub-Region. Environment, Development and Sustainability, Vol.15(2):301-324

http://www.mekongwatch.org/report/tb/lower.html

脚注： 本リストは、本文中の表 3.8.5 の再掲

添付資料 C

ESG 関連資料

東南アジア地域
メコン河流域における環境社会に配慮したダム運用に係る情報収集・確認調査

最終報告書
添付資料 C

目　　次

Page

1. 日本の ESG 投資 C-1
1.1 現状 C-1
1.2 各金融機関の ESG 投資活動 C-1
1.3 ESG の観点から見る水力発電 C-2

2. 中国の ESG 投資 C-2
2.1 現状 C-2
2.2 ESG の観点から見る水力発電 C-2

3. ASEAN の ESG 投資 C-3
3.1 現状 C-3
3.2 ESG の観点から見る水力発電 C-5

4. ASEAN TAXONOMY C-5

5. EU と中国の TAXONOMY C-6

付属資料 C-1　日本の ESG C-8

1. 日本の ESG 投資現状 C-8

2. 各金融機関の ESG 投資活動 C-8

付属資料 C-2　中国の ESG C-15

付属資料 C-3　ASEAN の ESG C-24

付表リスト

Page

表 1　サステナブル投資の地域別資産成長率　（日本は百万円単位）.....C-1
表 2　GPIF の ESG 指数運用.....C-1
表 3　ASEAN 諸国のグリーンボンド政策.....C-4
表 C2.1　水力発電開発に関連する機関と企業.....C-17
表 C3.1　選定された優先セクター.....C-28

付図リスト

Page

図 1　ASEAN の国別グリーン、ソーシャル、サステナビリティボンドの累積発行額.....C-4
図 2　気候変動の緩和に対する水力発電の貢献分野.....C-6
図 3　気候変動の適応に対する水力発電の貢献分野.....C-6
図 C2.1　中国 PRI 署名機関数の変化.....C-15
図 C2.2　上場企業の CSR 報告書発表状況統計.....C-16
図 C2.3　大型水力発電プロジェクトの資金調達.....C-17
図 C3.1　ASEAN Taxonomy の評価体系.....C-26
図 C3.2　多層構造のタクソノミーデザイン.....C-26
図 C3.3　Foundation Framework のデシジョンツリー.....C-27
図 C3.4　Stacked Approach のイメージ.....C-28

ESG 投資の概要

1. 日本の ESG 投資

1.1 現状

日本政府は行動原則として、2014 年、2015 年日本版のスチュワードシップコード[1]とコーポレートガバナンスコード[2]を導入した。2015 年 9 月に、年金積立金管理運用独立行政法人（以下 GPIF）は投資機関として初めて国連の責任投資宣言（PRI）に署名した。2021 年 8 月には計 98 社が PRI に署名した[3]。**表 1** のとおり、日本の ESG 投資の発展は、欧米諸国と比べて遅れているものの、近年では急速に伸びている傾向にある。2020 年のサステナブル投資残高は約 310 兆円で、2021 年は前年比 65.8%増で約 514 兆円に増加した[4]。

表 1　サステナブル投資の地域別資産成長率　（日本は百万円単位）

					GROWTH PER PERIOD			COMPOUND ANNUAL GROWTH RATE (CARG) 2014-2020
	2014	2016	2018	2020	GROWTH 2014-2016	GROWTH 2016-2018	GROWTH 2018-2020	
Europe* (EUR)	€9,885	€11,045	€12,306	€10,730	12%	11%	-13%	1%
United States (USD)	$6,572	$8,723	$11,995	$17,081	33%	38%	42%	17%
Canada (CAD)	$1,011	$1,505	$2,132	$3,166	49%	42%	48%	21%
Australasia* (AUD)	$203	$707	$1,033	$1,295	248%	46%	25%	36%
Japan (JPY)	¥840	¥57,056	¥231,952	¥310,039	6,692%	307%	34%	168%

出典：Global Sustainable Investment Review 2020

1.2 各金融機関の ESG 投資活動

GPIF を始め、日本政策投資銀行、各生命保険会社、信託銀行、損保会社や運用会社など日本の金融機関が ESG への取り組みを進めている。各社が独自の ESG 投資方針を打ち出し、ESG 評価の体系を構築し、資産運用、投資先の選定や投資先企業への影響力の行使などの ESG 活動を行っている。例として、**表 2** に示すように、GPIF は、企業が公開する情報などをもとに ESG への取り組みを見て銘柄を組み入れる株価指数、ESG 指数を採用した。

表 2　GPIF の ESG 指数運用

国内株 ESG指数	指数名	FTSE Blossom Japan Index	MSCIジャパン ESGセレクト・リーダーズ指数	MSCI日本株女性活躍指数	S&P/JPX カーボン・エフィシェント指数
	指数構築	選別型（ベストインクラス）	選別型（ベストインクラス）	選別型（ベストインクラス）	ティルト型
	指数構成銘柄数	200	231	298	1,844
	運用資産額(億円)	14,906	20,268	12,362	15,365
海外株 ESG指数	指数名	MSCI ACWI ESGユニバーサル指数	Morningstar先進国(除く日本) ジェンダー・ダイバーシティ指数	S&Pグローバル大中型株 カーボン・エフィシェント指数	
	指数構築	ティルト型	ティルト型	ティルト型	
	指数構成銘柄数	2,106	1,909	2,303	
	運用資産額(億円)	11,784	3,438	29,239	

出典：年金積立金管理運用独立行政法人、 GPIF 2020 年度 ESG 活動報告

[1] 金融庁，スチュワードシップ・コードに関する有識者検討会，https://www.fsa.go.jp/singi/stewardship/index.html
[2] 東京証券取引所，コーポレート・ガバナンス，https://www.jpx.co.jp/equities/listing/cg/index.html
[3] https://www.sustaina.org/ja/links/pri/
[4] 日本サステナブル投資フォーラム　https://japansif.com/

まだ、生命保険会社の日本生命は、従来社会公共性に資する投融資を実施してきたが、ESG 投資の考え方を導入し、日本国内の秋田、海外の豪州や英国で風力発電のプロジェクトへの融資を提供している。一方、投資企業先への影響力行使として、三井住友トラスト・ホールディングスがエンゲージメント・議決権行使活動を実施しており、例としては韓国の電力会社 KEPCO に気候変動問題に関する情報開示の促進を要求した。

1.3 ESG の観点から見る水力発電

付属資料 C-1 に示すように、日本の各金融機関が、ESG 投資の一環として再生可能エネルギープロジェクトへ積極的に投融資を行っている。例としては、日本生命による洋上風力発電プロジェクトへの融資、国内再生可能エネルギーファンドへの投資、MS&AD インシュアランスグループによるメガソーラー発電所や風力発電所の建設資金への融資などがある。

一方で、水力発電プロジェクトへの投融資に関しては慎重な姿勢だと考えられる。三井住友銀行は、水力発電は脱炭素社会への移行の中で、電力供給に大きな役割を果たすものの、建設の際に生物多様性や地域コミュニティに与える影響があると考え、融資の際にはこれらの影響に対する緩和策の有無を考慮し、環境社会リスクの評価を行っている[5]。また、みずほ銀行は大規模水力発電プロジェクトに対して、河川流域における生態系への影響や生物多様性の毀損、先住民族・地域住民の移転等に伴う人権侵害等、環境・社会に負の影響を及ぼし得るリスクがあると認識し、投融資の際にはこれらのリスクを注意し判断するとしている[6]。

2. 中国の ESG 投資

2.1 現状

中国は現在 ESG 投資の概念を受け入れ、投資プロセスに ESG の要素を統合するよう模索している段階であり、欧米や日本と比べて ESG 投資市場はまだ新しいものと考えられる。一方、第 14 次五カ年計画及び 2035 年長期目標綱要を含め、国の政策が気候変動への対応、質の高い発展や生態環境の保護を重視するように転換している中、2030 年にカーボンピークアウト、2060 年にカーボンニュートラルの目標の打ち出し、環境、社会、ガバナンス問題を重視する ESG 投資は、国の政策によりサポートされ、将来の発展を期待できると考えられる。

2.2 ESG の観点から見る水力発電

2.2.1 国の政策

中国のエネルギー需給構造は化石燃料に依存しており、2020 年には火力発電の割合が約 57%となっている[7]。一方、水力発電はポテンシャルが豊富で、未開発の包蔵水力も先進国と比べて豊富にあると考えられる。そのため、中国政府は水力発電の開発を、グリーンかつ低炭素のエネルギー構造へ転換するための重要な一環として認識し、推進しようとしている。

付属資料 C-2 に示すように、2016 年から 2020 年の水力発電の開発を指導する「水力発電発展第 13 次五ヵ年計画」には、生態環境の保護、住民移転を妥当的に行うことを前提として、大型水力発電を科学的かつ規則的に開発し、中小水力発電の開発を厳格的にコントロールし、

[5] 三井住友ファイナンスグループ：環境リスクへの対応
https://www.smfg.co.jp/sustainability/materiality/environment/risk/
[6] みずほフィナンシャルグループ：環境・社会に配慮した投融資の取組方針の概要　https://www.mizuho-fg.co.jp/csr/business/investment/pdf/environment_20210601.pdf
[7] 中国能源局　http://www.nea.gov.cn/2021-01/20/c_139683739.htm

揚水発電の開発を加速するとの方針を定めた。また、メコン河上流の Lancang 川（瀾滄江）を含む中国南西部の大型水力発電所の建設を強調した。近年、太陽光や風力発電技術の成熟とコストの減少により再生可能エネルギーの選択肢が増えたが、大型水力発電の開発はエネルギー構造改革のための重要手段としての認識は変わらず、2021 年 3 月に承認された「国民経済・社会発展第 14 次五ヵ年計画と 2035 年までの長期目標要綱」にもエネルギーの供給保障能力を向上させるための手段の 1 つとして、南西部の水力発電所の開発が挙げられた。

2.2.2 金融機関

付属資料 C-2 に示すとおり、政策銀行や商業銀行を含む中国の金融機関は、持続可能な社会発展と国の政策を支持し、ESG 活動として再生可能エネルギーへの投資を実施しており、水力発電プロジェクトへの投資も積極的に参加している。

国内の水力発電プロジェクトに関してはグリーンかつ持続可能な発展へのサポート、海外の水力発電プロジェクトに関しては一帯一路への支持という視点で捉えている。例としては中国農業銀行による YaLong River（長江の支流）の水力発電プロジェクトへのサポート、や中国輸出入銀行によるカンボジアの Lower Sesan II 水力プロジェクトへの支援があった。

2.2.3 水力発電に関わる企業

中国の発電事業は、主に国有の五大発電企業（中国華能集団、中国華電集団、中国大唐集団、国家能源投資集団、国家電力投資集団）が運営している。一方、中国の送配電事業は、国家電網と中国南方電網の 2 社が運営している。大型水力発電の開発は主にこれらの企業が関与している。なお、メコン川上流の Lancang 川の大型水力発電開発は主に中国華能集団と中国南方電網が関わっている。

付属資料 C-2 に示すように、これらの企業は、グリーンエネルギーを発展させ、エネルギー構造を改善し、環境保護に寄与できる手段という観点で水力発電の開発を捉えている。海外で展開している水力発電開発に対しては、主に国の政策である一帯一路への支持や現地の経済社会の改善という考え方で捉えている。

3. ASEAN の ESG 投資

3.1 現状

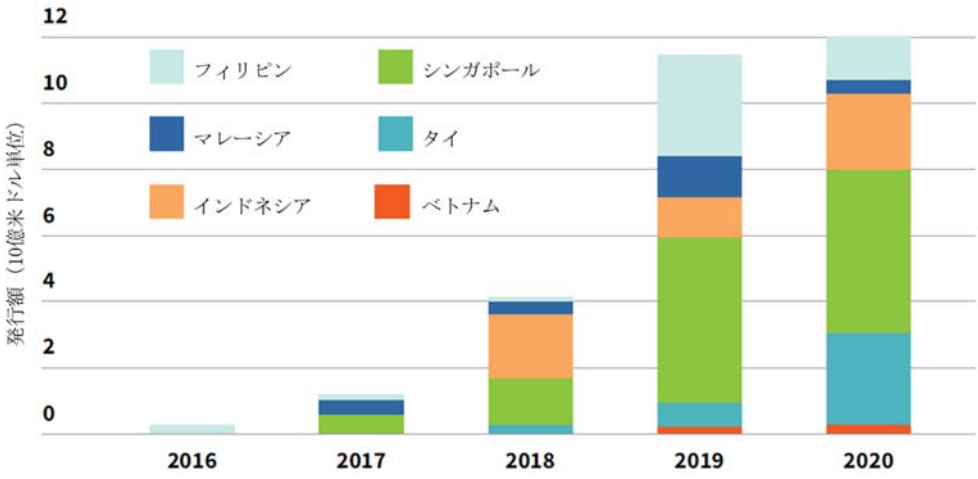
ASEAN 地域は近年経済成長が著しい地域であり、2020 年 ASEAN 諸国の GDP は約 3.1 兆米ドルになっている。しかしながら、沿岸部に人口が集中し、農業にも依存しているため、気候変動には大きく影響されると考えられる。そのため、近年 ASEAN は持続可能な金融（Sustainable finance）に注目している。2016 年 ASEAN 諸国はパリ協定に署名した。2017 年 11 月に ACMF（ASEAN Capital Markets Forum）[8]は始めての持続可能な金融への取り組みとして、ASEAN Green Bond Standards（以下 ASEAN GBS）を発表した。その後、2018 年 10 月に、ASEAN Social Bond Standards（以下 ASEAN SBS）と ASEAN Sustainable Bond Standards（以下 ASEAN SUS）も発表された。**表 3** のとおり、ASEAN 諸国も自国のグリーンボンドに関わる政策を打ち出している。**図 1** に示すように、近年 ASEAN 諸国のグリーン、ソーシャル、サステナビリティボンドの発行額が増加している。まだ、2021 年 11 月に、ASEAN Taxonomy が公開され、各経済活動を分類し、気候変動や環境保護の視点で評価する基準となっている。

[8] ASEAN 諸国の資本市場を規制する政府機関で構成されたハイレベルなグループである

表 3　ASEAN 諸国のグリーンボンド政策

国	発行機関	政策名	発行時間
Indonesia	Bank of Indonesia	Green Lending Model Guidelines for Mini Hydro Power Plant Projects	2012
		Government Regulation on Social and Environmental Responsibility of Limited Liability Companies	2012
	OJK (Financial Services Authority)	Roadmap for Sustainable Finance in Indonesia 2015-2019	2014
		Framework and Regulation for Green Bond Issuance	2017
	Directorate general of budget financing and risk management Ministry of Finance	Green Bond & Green Sukuk Framework	2017
Singapore	Singapore Stock Exchange	Guide to Sustainable Reporting for listed Companies	2010
	Monetary Authority of Singapore (Central Bank)	Green Bond Grant Scheme	June 2017
		Sustainable Bond Grant Scheme	June 2019
Malaysia	Securities Commission	SRI Sukuk Framework	August 2014
		Tax Deduction on the Issuance Costs of SRI Sukuk	2017–2020
		Tax Exemption for Recipients Under the Green SRI Sukuk Grant Scheme	2018–2020
	Capital Markets Malaysia	Green Bond Grant Scheme	July 2017
		Green SRI Sukuk Grant Scheme	January 2018
	Central Bank of Malaysia	Climate Change and Principle-based Taxonomy	April 2021
Thailand	Public Debt Management Office	Thailand Sustainable Financing Framework	July 2020
Vietnam	Ministry of Planning and Investment	Green Growth Strategy	September 2012

出典：Dina Azhgaliyeva、 Anant Kapoor、 and Yang Liu、 Green Bonds for Financing Renewable Energy and Energy Efficiency in Southeast Asia: A Review of Policies（2020、7）および調査団の資料により整理



出典：Climate Bonds Initiative、 ASEAN Sustainable Finance State of the Market 2020

図 1　ASEAN の国別グリーン、ソーシャル、サステナビリティボンドの累積発行額

3.2 ESG の観点から見る水力発電

3.2.1 ASEAN GBS、 SBS、 SUS

付属資料 C-3 に示すとおり、ASEAN の GBS、SBS にはぞれぞれグリーンボンド、ソーシャルボンドの基準に準ずるプロジェクトのリストを掲示している。

ASEAN GBS のグリーンプロジェクトと認識するリストには、再生可能エネルギーが挙げられているが、具体的な再生可能エネルギーについては説明せず、水力発電についての記載はなかった。

3.2.2 各国のグリーンボンドスタンダード

付属資料 C-3 に示すとおり、各国のグリーンボンドに関する政策では再生可能エネルギーをグリーンだと認識するのが一般的である。

大型水力発電に関して、マレーシアとベトナムの政策には特に記載はなかった。一方、インドネシアが 2018 年に発表した Green Bond and Green Sukuk Framework には、水力発電が再生可能エネルギーとして挙げられたが、発電出力が 30MW 以上の大型水力発電プロジェクトが除外されている。また、タイの Sustainable Financing Framework（2020 年 7 月）にも、再生可能エネルギーについて小水力発電を例として挙げ、発電出力 25MW 以下のプロジェクトだけに適用すると強調している。

4. ASEAN Taxonomy

2021 年 11 月に ASEAN Taxonomy が公開された[9]。付属資料 C-3 に示すとおり、ASEAN Taxonomy とは各経済活動を分類し、気候変動や環境保護の視点で評価する ASEAN の基準である。ASEAN 諸国の多様性を考慮し、画一的な標準とはせず、Foundation Framework と Plus Standard を含んだ多層的な評価体系を構築している。

現在の ASEAN Taxonomy はまだ初版であり、その内容は主に評価体系の構築の解説で、水力発電など具体的な経済活動に関する評価はなかった。Foundation Framework では経済活動を定性的に評価する体系を構築したが、具体的な評価基準と閾値を用いて経済活動を定量的に評価する Plus Standard では、まだその評価基準と閾値が定められていない。

Foundation Framework には、ある経済活動を評価するため環境目標と必須基準を設定し、評価体系を定めた。初版の ASEAN Taxonomy として、環境目標の設定は主に気候変動の緩和を考慮している（付属資料 C-4 に参照）。また、必須基準としては、有害事象の回避（Do No Significant Harm DNSH）と移行に向けた改善策 (Remedial Measures to Transition)があった。ある経済活動に関して、少なくとも 1 つの環境目標とすべての必須基準を満たせば、Foundation Framework におけるグリーン（Green FF）と黄色（Amber FF）として評価される。

また、将来 ASEAN Taxonomy の内容を深化するための参考として、付録には可能な Green Activity と Red Activity をリスト化した。その中に再生可能エネルギーが Green Activity として評価されたが、再生可能エネルギーの例として太陽電池、集光型太陽電池、風力、海洋エネルギーが挙げられ、水力発電は挙げられなかった。

大型水力発電に対して、環境や現地社会への影響があり、グリーンとしては認定しにくいものの、DNSH や改善策があれば、ある程度認められるという姿勢が考えられる。

[9] https://www.theacmf.org/initiatives/sustainable-finance/asean-taxonomy

5. EU と中国の Taxonomy

EU では 2020 年 7 月に Taxonomy Regulation[10]が適用され、EU Taxonomy の法律的な基礎を定めた。2018 年に成立した技術専門家グループ（Technical Expert Group TEG）の提言[11]をもとに、最初版の気候変動への適応と緩和を目的とした持続可能な活動に関する委任法（EU Taxonomy Climate Delegated Act[12]）を承認した。

EU Taxonomy では、気候変動の緩和（Climate change mitigation）、気候変動への適応（Climate change adaptation）、水・海洋資源の持続可能な利用・保護（Sustainable and protection of water and marine resources）、循環型経済への移行（Transition to a circular economy）、公害防止・制御（Pollution prevention and control）、生物多様性・生態系の保全と回復（Protection and restoration of biodiversity and ecosystems）の 6 つの環境目標を設定した。ある経済活動が EU Taxonomy を満たす活動として認定されるためには、上記の 6 つの目標のいずれかに実質的に貢献することと共に、他の 5 つの目標に著しい損害を与えてはいけない（Do No Significant Harm DNSH）、としている。また、現在の EU Taxonomy は、気候変動の“緩和”に実質的に貢献し他の目標に損害を与えないこと、および気候変動への“適応”に実質的に貢献し他の目標に損害を与えない、この 2 ケースを技術的な審査基準として設定した。

図 2 と**図 3** に示すように、水力発電に関して、EU Taxonomy も上記の 2 ケースについて技術的な審査基準を設定した[13]。すなわち、気候変動の緩和や適応に実質的に貢献でき、水資源、汚染問題や生物多様性・生態系において著しい損害がなければ、水力発電は EU Taxonomy に認定されると考えられる。

Classification		Environmental Contributions							
NACE Macro-sector	NACE Activity	1. Climate change mitigation (Substantial Contribution)			2. Climate change adaptation (DNSH)	3. Water (DNSH)	4. Circular economy (DNSH)	5. Pollution (DNSH	6. Ecosystems (DNSH)
		Own performance	Enabling activities	Transitional activities					
	Production of Electricity from Hydropower	✓		✓	✓	✓		✓	✓

出典：TEG final report on the EU taxonomy、 EU Technical Expert Group on Sustainable Finance、 2020.4.

図 2　気候変動の緩和に対する水力発電の貢献分野

Classification		Environmental Contributions					
NACE Macrosector	NACE Activity	1. Climate change mitigation (DNSH)	2. Climate change adaptation (Substantial Contribution)	3. Water (DNSH)	4. Circular economy (DNSH)	5. Pollution (DNSH)	6. Ecosystems (DNSH)
	Production of Electricity from Hydropower	✓	✓	✓		✓	✓

出典：TEG final report on the EU taxonomy、 EU Technical Expert Group on Sustainable Finance、 2020.4.

図 3　気候変動の適応に対する水力発電の貢献分野

[10] Regulation (EU) 2020/852, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32020R0852
[11] TEG final report on the EU taxonomy, https://ec.europa.eu/info/files/200309-sustainable-finance-teg-final-report-taxonomy_en
[12] EU Taxonomy Climate Delegated Act, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=PI_COM:C(2021)2800
[13] EU Taxonomy Climate Delegated Act ANNEX 1, pp77-80, EU Taxonomy Climate Delegated Act ANNEX 2, pp100-105 参照

水力発電の DNSH に関して、技術専門家グループの提言には水資源、汚染問題と生物多様性・生態系に関して DNSH の基準を定めたが（**図 2**、**図 3**）、EU が承認した委任法（Taxonomy Climate Delegated Act）には水資源と生物多様性・生態系に対して DNSH の基準を定めた。水資源に対する DNSH 基準は主に EU の水資源に関する法律（DIRECTIVE 2000/60/EC[14]）に基づいている。具体的には、既存の水力発電施設について、生態系への影響[15]を緩和するための対策を実施する。新設の水力発電施設については、生態系への影響の評価と対策の実施する。生物多様性・生態系に対する DNSH 基準は EU の環境影響評価に関する法律（DIRECTIVE 2011/92/EU[16]）に基づき、環境影響評価（Environmental Impact Assessment EIA）が必要とされ、その評価結果により、緩和策や補償策が要求される。

中国は自国の分類法として、2015 年からグリーンボンド支援プロジェクト目録（緑色債券支持項目目録）を発表しはじめ、2021 年 4 月には最新の目録を公開した[17]。水力発電に関しては、大型水力発電と揚水発電がグリーンプロジェクトとして認定されている。大型水力発電の認定条件として、生態環境に著しい影響がないという条件が必要である。また、国の再生可能エネルギー発展計画内の大型水力発電プロジェクトだけが認定可能となっている。

[14] Directive 2000/60/EC, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32011L0092
[15] 下流と上流の魚の回遊性，最小限の生態学的流量と生息地を保護または強化が含まれる。
[16] Directive 2011/92/EU, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32011L0092
[17] 緑色債券支持項目目録，中国人民銀行，国家発展改革委員会，証券監督管理委員会，http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-04/22/content_5601284.htm

付属資料 C-1　日本の ESG

1. 日本の ESG 投資現状

日本では、政府が示した 2 つの行動原則（日本版スチュワードシップ・コードとコーポレートガバナンス・コード）のもとで、ESG 投資が増加している。

スチュワードシップ・コードは、機関投資家に向けた行動原則で、ESG 情報などを用いた投資先企業の状況把握の重要性が明記されている。

コーポレートガバナンス・コードは、企業に向けた行動原則で、ガバナンスや社会・環境問題などに関する事項（ESG 要素）の開示を充実させる必要性が示されている。

日本で投資家が保有する総運用資産に占める ESG 資産の割合は、2018 年時点で 18.3%と欧米地域の 50%前後という数字に比べかなり開きがある。

持続可能な投資の普及を目指す国際団体である世界持続可能投資連合（GSIA）によると、2020 年の日本の ESG（環境・社会・企業統治）投資額は 2 兆 8740 億ドル（約 320 兆円）で、前回調査の 18 年から 32%増加している。

2. 各金融機関の ESG 投資活動

(1) 年金積立金管理運用独立行政法人(GPIF)

➢ 投資方針と現状

GPIF は PRI に署名（2015 年 9 月）したうえで、2017 年 7 月に日本の株式に対する 3 つの ESG 指数を選定した上で、同指数に連動したパッシブ運用を開始した。その後、2 つのグローバル環境株式指数も選定するなど、ESG 投資に対する取り組みを進めている。GPIF では、SDGs の達成など社会的なインパクトの創出を直接的に目的とする投資は行っていない。

ESG 指数に基づく運用資産額は約 10.6 兆円、国際開発金融機関等が発行するグリーンボンド等への投資額は約 1.1 兆円(2020 年度)となる。

➢ 具体的な投資活動
- ESG 指数の選定と ESG 指数に基づく運用
- 株式・債券の委託運用における ESG
- スチュワードシップ活動と ESG 推進
- 指数会社・ESG 評価会社へのエンゲージメント
- オルタナティブ資産運用における ESG
- 各種団体との協働

(2) 日本政策投資銀行

➢ 投資方針と現状
- サステナビリティ経営
- 財務資本と非財務資本
- 持続可能な社会への貢献
- お客様の持続的成長
- 地域の自立的発展
- 従業員との協調
- 金融市場の活性化・安定化
- 投資家との対話

➢ 具体的な投資活動
- エクセルギー・パワー・システムズ（株）に対し、「Society5.0 挑戦投資制度」を活用し

た出資を実施（特定投資業務）
- (株)新日本コンサルタントグループ初の海外発電事業進出にむけた優先株出資の実施（特定投資業務）
- 石狩湾新港地域における LNG 貯蔵設備および発電施設整備への資金供給
- 黒部川電力(株)の新姫川第六発電所建設プロジェクトに対する融資
- 【海外展開】四国電力(株)による米国 South Field Energy の持分取得に関するアドバイザリーサービス
- 【海外展開】西部ガスによるベトナム PVGasD への戦略的出資に関するアドバイザリーサービス
- 福島ガス発電(株)に対するプロジェクトファイナンスの組成
- 出光興産(株)（トレードネーム：出光昭和シェル）と共同で北米天然ガス火力発電所への投資を実施
- 北海道北部風力送電(株)の北海道北部地域での送電網の整備・運営事業に対し、事業資金を提供

(3) 日本生命

➢ 投資方針と現状

環境（E：Environment）、社会（S：Social）、ガバナンス（G：Governance）の課題を考慮する ESG 投融資は、SDGs 達成に向けた取組みを投融資の面から後押しするものであると同時に、収益性、安全性に加え公共性にも配慮した資産運用と本質的に同根をなし、中長期的な観点から、従来の投融資判断を高度化するものだと考える。ESG 投融資の取組を推進し、持続可能な社会の実現への貢献と運用収益向上の両立を目指す。

➢ 具体的な投資活動
- 健康・医療領域のベンチャーファンドへの投資を通じたインパクト投資
- プライベートエクイティファンドを通じたインパクト投資
- 秋田での洋上風力発電プロジェクトへの融資
- 豪州での陸上風力発電プロジェクトへの融資
- 英国での洋上風力発電プロジェクトへの融資
- 東京都発行のグリーンボンドへの投資
- ドイツ農林金融公庫の SRI 債への投資
- 国内再生可能エネルギーファンドへの投資
- 風力発電向けプロジェクトファイナンスへの融資
- パリ市やロンドン交通局のグリーンボンド等への投資
- 環境に配慮した不動産投資
- CSR ローン
- 世界銀行（国際復興開発銀行）のサステナブル・ディベロップメント・ボンドへの投資
- 東京大学の「東京大学 FSI 債」への投資
- 米州開発銀行（IDB）のサステナブル・シティ・ボンドへの投資
- 海外ストラテジックベンチャーファンドへの投資
- 海外農地投資ファンドへの投資
- オーストラリアでの海水淡水化プラント運営プロジェクトへの融資
- 国際金融公社（IFC）のソーシャルボンドへの投資
- トルコ共和国での病院開発運営プロジェクトへの融資
- 仏銀行 BPCE のヘルスケアボンドへの投資
- アフリカ開発銀行のテーマ型債券への投資
- 国際協力機構の社会貢献債への投資
- チリ国立銀行のウーマンボンドへの投資
- 健康・安全性に配慮した不動産投資
- CSR ローン

(4) 第一生命

➢ 投資方針と現状

2020 年 4 月には、持続的な社会の実現に向けた ESG 投資の更なる推進を目指し、「第一生命の ESG 投資の基本方針」を策定し、公表した。

- QOL 向上
- 気候変動の緩和
- 地方創生・地域活性化

➢ 具体的な投資活動

- グラミン・クレディアグリコル基金を通じたマイクロ・ファイナンス向けの融資
- アフリカ開発銀行「フィード・アフリカ・ボンド」への投資
- 予防接種のため国際金融ファシリティ(IFFIm)「ワクチン債」への投資
- 国立大学法人東京大学が発行するソーシャルボンドへの投資
- アジア開発銀行「ジェンダー・ボンド」への投資
- 豪州淡水化プラント事業向けプロジェクトファイナンス
- 秋田洋上風力発電向けプロジェクトファイナンスへの投資
- インド輸出入銀行が発行するメコン地域向けディベロップメントへの投資について
- ペルーにおける鉄道開発事業向けプロジェクトファイナンスへの投資
- 国際復興開発銀行が発行するサステナブル・ディベロップメント・ボンドへの投資
- 欧州復興開発銀行が発行する環境保全債への投資について
- ヘンケル社「廃プラスチック削減債」への投資

(5) 明治安田生命

➢ 投資方針と現状

「確かな安心を、いつまでも」という経営理念のもと、SDGs(持続可能な開発目標)達成への貢献の観点をふまえ、契約者への還元を最大化するため資産運用による収益性を確保しつつ、ESG 投融資を通じて地域経済活性化等の地域貢献に注力する。加えて、生命保険会社としての社会的責任や公共的使命を果たしていくため、持続可能な社会の実現に貢献する資産運用を行う。

- 地球温暖化(温室効果ガス(GHG)削減等)
- 自然資源(水資源枯渇への対処、責任ある原料調達等)
- 環境市場機会(再生可能エネルギー、クリーンテクノロジー等)
- 人的資源(労働マネジメント、ダイバーシティ、人的資源開発等)
- 社会市場機会(地域社会への貢献、健康市場機会等)
- 新型コロナウイルス感染症対応(従業員の安全確保のための職場環境整備、業務プロセスの見直し等)
- コーポレートガバナンス(取締役会の独立性および構成、取締役会の実効性等)
- コンプライアンス・リスク管理(不祥事等)

➢ 具体的な投資活動

- 被災地復興支援に資する太陽光発電事業向けプロジェクトへの融資
- 国内初となる洋上風力発電事業向けプロジェクトへの融資
- 豪州の陸上風力発電プロジェクトへの融資
- 南半球最大の陸上風力発電プロジェクトへの融資
- 気候変動への対処に資するグリーンビルディング建設・再生可能エネルギー事業等に充当される「グリーンボンド」への投資
- 脱炭素経済への移行に資するプロジェクトに充当される「グリーンボンド」への投資
- 欧州投資銀行が発行する「クライメイト・アウェアネス・ボンド」への投資

- 米州開発銀行が発行する「サステナブル・ディベロップメント・ボンド」への投資
- 米州投資公社が発行する「トランジション・ボンド」への投資
- 世界銀行が発行する「サステナブル・ディベロップメント・ボンド」への投資
- アジア開発銀行が発行する「ジェンダー・ボンド」への投資
- 世界銀行が発行する「サステナブル・ディペロップメント・ボンド」への投資
- 国際金融公社が発行する「ソーシャルボンド」への投資
- アジア開発銀行が発行する「エデュケーション・ボンド」への投資
- 明治安田アセットマネジメントが運用する ESG ファンドへの投資
- 住宅支援機構が発行する「グリーンボンド」への投資
- 国際協力機構(JICA)が発行する「ソーシャルボンド」への投資
- 都市再生機構(UR 都市機構)が発行する「ソーシャルボンド」への投資

(6) 住友生命

➢ 投資方針と現状

ESG（環境・社会・ガバナンス）を含む中長期的な持続可能性（サス テナビリティ）を考慮した運用（責任投資）を行い、 責任ある機関投資家として持続可能な社会の実現への貢献と、中長期的な運用収益向上の両立を目指す。

- 気候変動への対応
- 健康福祉・高齢化
- 経済成長（多様性含む）
- 社会インフラの構築

➢ 具体的な投資活動

- サステナビリティ・ディベロップメント・ボンドへの投資
- グリーンボンドへの投資（高速鉄道網や鉄道システムの管理・改善・エネルギー効率化等に資するプロジェクトに充当する目的でフランス国有鉄道が発行した「グリーンボンド」に投資）
- ソーシャルボンドへの投資
- サステナビリティボンドへの投資
- 新型コロナ対応関連スキームへの投資
- ポジティブ・インパクト・ファイナンスへの投資
- マイクロファイナンス・ファンドへの投資
- 再生可能エネルギーファンドへの投資（再生可能エネルギー関連施設への投資に特化したインフラファンド「Global Renewable Power Fund III」に投資）
- 国内太陽光発電プロジェクトファイナンスへの投融資
- 環境に配慮した不動産投資

(7) かんぽ生命

➢ 投資方針と現状

すべてのステークホルダーに対する社会的責任を果たすという観点から、社会が抱える ESG 課題の解決に向けた取り組みを推進し、企業価値の持続的向上と社会の発展に積極的にチャレンジする。資産運用においては、持続可能な社会の実現と長期的な投資成果の向上・リスク低減を目指して、ESG の諸要素を投資判断の際に考慮していきます。

➢ 具体的な投資活動

- 「Climate Awareness Bond（気候変動への認知度を高める債券）」への投資
- 世界銀行の本邦市場初となる国内外貨建て「グリーンボンド」への投資
- 独立行政法人　国際協力機構（JICA）が発行する「ソーシャルボンド」への投資
- 「Sustainability Awareness Bond（持続可能性への認知度を高める債券）」への投資 ～新

型コロナウイルス感染症対策を支援～
- サステナブル・ディベロップメント・ボンドへの投資～新型コロナウイルス感染症対策を支援～
- 国際復興開発銀行が発行するグリーンボンドへの投資　～グリーン・リカバリー（コロナ禍における持続可能性のある低炭素社会への移行）を支援～
- 欧州復興開発銀行が私募形式で発行するグリーン・トランジション・ボンドに日本の投資家として初めて投資　～炭素集約度の高い産業の低炭素化への移行（トランジション）を支援～
- 米州開発銀行が発行するサステナブル・ディベロップメント・ボンドへの投資　～国際的な枠組み「COVAX（コバックス）」を通じたワクチンの購入・配布を支援～
- アジア開発銀行が発行するエデュケーション・ボンドへの投資　～アジア太平洋地域における学校教育、職業訓練及びジェンダー平等を支援～
- 米州開発銀行のサステナブル・ディベロップメント・ボンドへの投資　～人、動物、地球環境における「健康」をひとつと捉え、守っていくワンヘルス・アプローチを支援～
- フランス国有鉄道が発行するグリーンボンドへの投資　～グリーン・リカバリー（コロナ危機後の持続可能な社会の実現）を支援～

(8) 三菱 UFJ 信託銀行

➢ 投資方針と現状

「MUFG AM 責任投資ポリシー」を策定し、このポリシーに則った活動を通じて、投資先のみならず幅広いステークホルダーを牽引し、より安心・豊かな社会の創造を目指す。「ガバナンス体制」「情報開示」「気候変動」「健康と安全」「人権・ダイバーシティ」を重大な ESG 課題として設定。

2019 年には不動産を含むすべての運用資産において ESG の視点を組み込む体制の構築を実現している。

➢ 具体的な投資活動
- エンゲージメント事例：コロナ禍における従業員の負荷軽減
- エンゲージメント事例：環境規制対応による資本コスト低減

(9) SMBC 信託銀行

➢ 投資方針と現状

経営理念に「社会課題の解決を通じ、持続可能な社会の実現に貢献する」を追加し、SMBC グループとして新たに策定した「SMBC グループサステナビリティ宣言」と、2030 年までの 10 年間の計画「SMBC Group GREEN×GLOBE 2030」に基づき、持続可能な社会の実現に取り組んでいる。
- 環境
- コミュニティ
- 次世代

➢ 具体的な投資活動
- 再生可能エネルギービジネス
- ソーシャル・インパクト・ボンド
- 地方創生ビジネス
- 障がい者スポーツ支援
- フェアトレード製品の購入を通じた開発途上国の支援

(10) 三井住友トラスト・ホールディングス

➢ 投資方針と現状

企業業績など短期的に株価に影響を与える財務情報に加え、中長期的なビジネス機会やリスクなど企業価値に影響を及ぼす要因である ESG 情報を考慮に入れた株式や債券の運用に取り組み、企業とのエンゲージメントや議決権行使といったスチュワードシップ活動においても ESG 課題の解決を重要視している。

➢ 具体的な投資活動

- KEPCO （韓国/電力会社） 気候変動問題に関する情報開示の促進
- Royal Dutch Shell （イギリス/エネルギー） 気候変動問題に関する情報開示の促進
- Rio Tinto （オーストラリア/素材） 不祥事企業への対応
- Novartis （スイス/ヘルスケア） ・医薬品アクセス活動に関する情報開示促進
- Citigroup （アメリカ/金融） ジェンダー・ダイバーシティの促進
- 議決権行使
- ESG 情報を考慮に入れた株式や債券の運用

(11) MS&AD インシュアランス グループ

➢ 投資方針と現状

MS&AD インシュアランスグループは、商品・サービスの開発や提供及び投融資などグループのあらゆる事業活動において、環境・社会・企業統治などのサステナビリティを考慮している。

- ESG 課題を考慮した商品・サービスの開発・提供
- ESG 課題を考慮した投融資

➢ 具体的な投資活動

- 世界銀行サステナブル・ディベロップメント・ボンドへの投資
- 未来創生ファンドへの出資
- 地域経済活性化支援機構への出資
- 再生エネルギー発電所への融資
- アフリカ開発銀行「インダストリアライズ・アフリカ・ボンド」への投資
- グリーンボンド／ソーシャルボンドへの投資
- 太陽光・バイオマス・風力発電などに係る投融資

(12) SOMPO ホールディングス

➢ 投資方針と現状

持続可能な社会の実現に貢献することを目指し、「グループサステナビリティビジョン」をはじめとしたポリシーを策定し、気候変動、人権、地域社会への配慮を自らの事業プロセスに取り込み、環境（Environment）・社会（Social）・ガバナンス（Governance）を考慮した投融資や保険引受に取組んでいる。

➢ 具体的な投資活動

- グリーンボンドやソーシャルボンド等への投資

(13) 野村アセットマネジメント

➢ 投資方針と現状

資産形成と環境・社会とバランスの取れた持続可能な社会の実現を目指し、ESG（環境・社

会・ガバナンス）を含む中長期的な持続可能性に向けた課題解決について、積極的に取り組むとともに、ESG 投資（サステナブル戦略）を活用した資産形成の普及に取り組んでいる。

- 具体的な投資活動
  - 脱炭素ジャパン
  - 世の中を良くする企業ファンド（野村日本株 ESG 投資）
  - 野村環境リーダーズ戦略ファンド
  - ESG 分析活用ファンド
  - エンゲージメント実施ファンド

(14) 日興アセットマネジメント

- 投資方針と現状

長期的な価値の創造に必要不可欠なものであると考え、ESG の要素を運用プロセスに反映させている。資産クラス、地域や業種セクターによっても特性が異なるため、ポートフォリオ構築における ESG 要素の取り入れ方を一律に定めるのではなく、各運用チームがそれぞれの視点で捉え、異なる切り口から ESG アプローチを実践する。

- 具体的な投資活動

日本株式　グローバル株式　アジア株式　日本債券　グローバル債券　アジア債券
ニュージーランド株式・債券　米国運用

(15) 大和アセットマネジメント

- 投資方針と現状
  - 資産運用ビジネスを通じ、ESG や SDGs 課題に対して積極的に取組んでいる企業等への投資機会を提供するとともに、持続可能性の高い社会の実現に貢献する。
  - 企業等の ESG に対する取り組みを、中長期的な成長力拡大とリスク低減の両面につながるものと捉え、投資判断に活用する。
  - 建設的な対話を通じて、企業等に対して ESG に対する積極的な取り組みを求めるとともに ESG 課題を共有することで、企業等の中長期的価値や持続可能性の向上の一助となる。

(16) 野村グループ

- 投資方針と現状

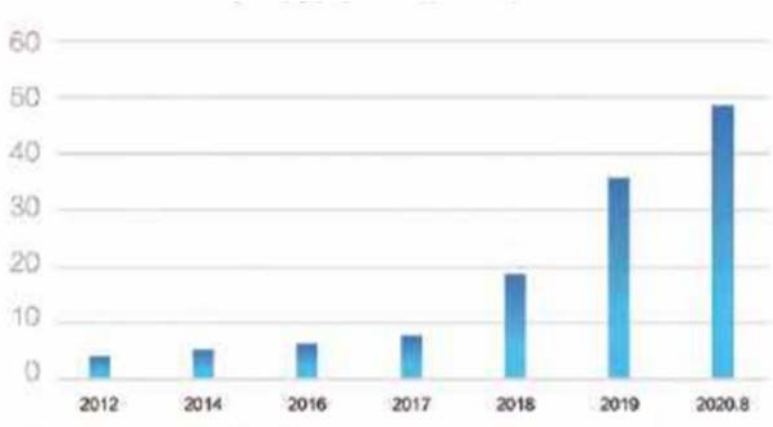
資金調達のサポートを通じた環境・社会課題への対応

- 具体的な投資活動
  - 住宅金融支援機構　コマツ　NTT ファイナンス　旭化成　清水建設　東京都
  - de Volksbank（蘭）　NWB Bank（蘭）（グリーンボンド）
  - 国際協力機構　東日本高速道路　みらかホールディングス　BBVA（西）
  - 欧州復興開発銀行（ソーシャルボンド）
  - 国際復興開発銀行　米州開発銀行（サステナブル・ディベロップメント・ボンド）
  - 欧州投資銀行（気候変動への認知度を高めるための債券）

付属資料 C-2　中国の ESG

(1) 中国の ESG 現状

全体的に言えば、中国の ESG 投資の規模はまた小さいが、発展速度が速いと考えられる。また、政策によるサポートが明確である。しかし、欧米、日本と比べると中国の ESG 投資は発展が遅れている現状にある。現在は ESG 投資の概念を受け入れ、ESG 要素の投資プロセスへの統合を模索している段階となる。2020 年 8 月まで、PRI 署名機関 49 社となり、近年の増加が著しい傾向にある。



出典 : 2020 年中国資産管理業 ESG 投資発展研究報告、Huaxia Wealth Management、Shenzhen Finance Institute、2020.9

図 C2.1 中国 PRI 署名機関数の変化

中国の第 14 次五カ年計画及び 2035 年遠景目標綱要には、気候変動への対応、質の高い発展や生態環境の保護が重視されている。また、2030 年にカーボンピークアウト、2060 年にカーボンニュートラルを達成することも宣言された。環境、社会、ガバナンス問題を重視する ESG の概念は、上記の目標を実現するためのツールであるため、将来の発展が期待できる。

2006 年深圳証券取引所が「深圳証券取引所上場会社社会責任指引」を発表した。これを皮切りに、証券取引所（上海証券取引所、深圳証券取引所、NEEQ)、証監会（中国証券監督委員会)、銀監会（中国銀行業監督委員会)、中国人民銀行や政府機関により、ESG 情報関連の政策が策定した[18]。

現在の ESG 情報公開はまだ強制されていないが、上記の機関により ESG 情報公開の制度や規範が改善されている。2021 年 5 月に生態環境部により「法による環境情報公開制度改革方案」が発表され､2025 年まで環境情報強制公開制度が基本的に形成されると明記している。

2020 年まで、約 4 分の 1 の上場企業（上海と深圳証券取引所）が CSR/ESG 報告書を発表した。

[18] 2020 年中国資産管理業 ESG 投資発展研究報告，Huaxia Wealth Management，Shenzhen Finance Institute，2020.9

青：上海証券取引所　水色：深圳証券取引所

出典：中国責任投資年度報告、China Social Investment Forum、SynTao Green Finance、2020.12.

図 C2.2 上場企業の CSR 報告書発表状況統計

- 中国の主な責任投資の種類と規模[19]
- グリーンローン：11.55 兆人民元
- ESG 公募ファンド：1209.72 億人民元
- ESG 私募ファンド：不明（私募ファンド管理機関 11 社が UNPRI に署名）
- ESG 資産運用商品：約 230 億人民元
- グリーンボンド：1.16 兆人民元
- ソーシャルボンド：7,827.76 億人民元
- グリーン産業ファンド 976.61 億人民元

(2) 水力発電開発のプロセス及び関連機関と企業

- 水力発電開発のプロセス（怒江水力発電開発を例[20]として）
  - 計画段階
    1) 河川のある区間に対し水力発電開発を計画
    2) 国家発展改革委員会から水利水電計画総院に委託し、水力発電開発計画のプロジェクトの入札を開催
    3) 入札企業（中国水電工程顧問集団）により、水力発電開発全体計画報告書と環境影響報告書を作成
    4) 発展改革委員会と水利計画総院により上記の報告書に対する審査会、論証会を開催
    5) 省政府が水力発電全体計画報告書と環境影響報告書を承認し、国務院に提出する国務院が承認
  - 前期段階
    1) デベロッパーが確定（華電集団怒江開発公司）
    2) デベロッパーより、水力発電全体計画中のダムに対し、入札形式で Pre-Feasibility Study 研究を進行（華電集団怒江開発公司から北京調査設計研究院に発注）
    3) 上記の報告書をそれぞれ関係機関に提出し、関係機関が審査し、承認する
    4) 申請報告書を作成し、発展改革委員会に提出。発展改革委員会が最終承認する
  - 主体工事

[19] 中国責任投資年度報告，China Social Investment Forum，SynTao Green Finance，2020.12.
[20] Big Hydropower Development Approval and Stakeholder Analysis A Case Study of the Nu River, International Rivers, 2016.1.

➢ 関連機関と企業

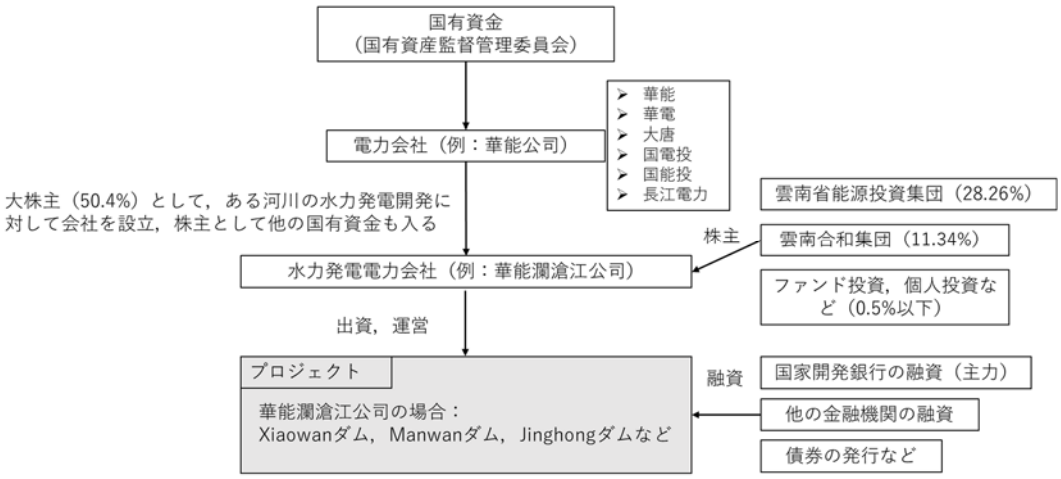
表 C2.1 水力発電開発に関連する機関と企業

政府	中央政府	国務院	河川の水力発電開発計画の可否
		国家発展改革委員会	水力発電開発計画の策定　プロジェクトの審査，承認
		国家環保部	環境影響報告の審査，承認
		水利部	水土維持方案の審査，承認
		国土資源，交通，林業などの部門	関連専門報告の審査，承認
	地方政府	雲南省政府	水力発電開発計画を審査，承認　水力発電開発を促進
		雲南省発展改革委員会，雲南省能源局	
		雲南省環保局	
		雲南省移民局	住民移転計画の審査
		州政府	
		県政府	
設計部門	設計部門	水利水電計画総院	河川区間の水力発電開発計画の入札を開催
		北京調査設計研究院（中国電力建設）	Pre-Feasibility Study & Feasibility Study
デベロッパー	業主	華電集団怒江開発公司	
	持株企業	華電集団	51%株
		雲南省能源投資有限公司，華潤電力， 雲南省電力投資有限公司，華南電網	それぞれ10%~20%株
	他	華南電網	コンサルに参加，送電網を建設

出典：Big Hydropower Development Approval and Stakeholder Analysis A Case Study of the Nu River により作成

➢ 資金調達

大型水力発電プロジェクトは基本的に「国家経済と人民生活に関わる重大なプロジェクト」であり、投資回収期間も長いので、基本的には国有資本が投資している。



出典：Big Hydropower Development Approval and Stakeholder Analysis A Case Study of the Nu River、 国家開発銀行 2020 年年間報告書、 華能瀾滄江 2020 年年間報告書により作成

図 C2.3 大型水力発電プロジェクトの資金調達

(3) ESG の観点から見る水力発電

➢ 国レベルの考え

● 水力発電発展「十二五」計画（2011-2015）[21]

<u>水力発電への考え方</u>

水力発電はグリーンかつ再生可能なエネルギーであり、成熟な技術、低コストと柔軟な運用の特徴がある。

[21] 水電発展「十二五」計画，国家能源局，2012.

中国の水力発電のポテンシャルは豊富で、開発の程度はまだ低いと考えられる。

エネルギー供給の安全保障、エネルギー構造の調整および2020年非化石エネルギー発展目標（15%）の実現のため、水力発電開発の加速が必要と考えられる。

指導方針

水力発電の開発を、安全、安定、経済性があるかつクリーンなエネルギー産業システムの構築に重要な手段として、生態環境の保護と住民移転を妥当的に行うことを前提に積極的に水力発電を発展させることを方針とする。水力発電の開発と環境保護、住民移転、経済社会発展と統合し、第12次5カ年計画と2020年非化石エネルギー発展目標の実現と国民経済および社会の持続可能な発展にサポートする。

メコン川・瀾滄江の水力発電の開発に関連する内容

重点的な任務の1つとして、中国西部に大型水力発電所をエネルギー基地として建設することを全面的に推進すると述べた。具体的の河川には瀾滄江が含まれている。

国際協力に関連する内容

周辺国との協力を深化する。具体的な内容には、東南アジア諸国との協力を強化すると述べ、協調システムを構築し、東南アジアの水力発電で中国への電力提供すると述べた。

また、国境を越えた河川開発の環境を作り（瀾滄江を含み)、水力発電の「外に行く」戦略を実施し、国際協力を全面的にレベルアップすると述べた。

環境社会への影響についての考え

有利な影響として、水力発電は大規模に開発できるグリーンエネルギーで、化石エネルギーの代わりに温室効果ガスと汚染物の排出の減少が可能になり、開発地生態環境の改善と生産生活条件の改善が可能で、経済社会の持続可能な発展および人々と自然の協調発展を促進することができる。また、水力発電の開発により、開発地のインフラの整備と都市化の促進にも積極的な作用があると考えられる。

不利な影響として、環境への影響については、水没による損失、動物と植物の生息地の破壊、初期湛水による貯水池周辺の地すべりなどの地質災害、河川の水温、水質などの変化、魚類への影響などが挙げられた。対策としては計画段階の環境影響の評価と対策案の作成、実施段階の様々な環境への影響を軽減できる措置などがある。

社会的な影響については、土地の水没、住民の移転による住民の生活環境の変化、元々の社会関係の破壊などが挙げられた。対策としては、水力発電の開発と地方の社会経済開発のwin-winを意識し、住民移転の管理強化と相関法律と規則の改善、住民移転方式のイノベーションなどがある。

- 水力発電発展「十三五」計画（2016-2020）[22]

水力発電への考え方

水力発電は技術が成熟で、グリーン、低炭素かつ再生可能なエネルギーであり、洪水調節、水供給、通航、灌漑などの総合的な機能もあり、経済、社会と生態的な利益があると考えられる。

中国の水力発電は発電容量と発電量は世界一位になったが、包蔵水力の開発は先進国と比べてまだ差があり、将来はまだ開発の余地があると考えられる。

送電システムの安定、安全かつ経済的な運営への需要が高まり、再生可能エネルギー（風力と太陽光)の割合の増加と伴って、揚水発電の必要性と重要性が高くなっている。「十三五」期間内には揚水発電の建設を加速する。

[22] 水電発展「十三五」計画，国家能源局，2013.

指導方針

水力発電の開発を、エネルギー供給側の構造的改革、エネルギー安全の確保、貧困地域の発展と生態文明の構築の重要的な戦略手段とし、グリーンかつ低炭素、安全かつ効率の高いエネルギー体制の構築を加速する。

生態環境の保護、住民移転を妥当的に行うことを前提として、大型水力発電を科学的かつ規則的に開発し、中小水力発電の開発を厳格的にコントロールし、揚水発電の開発を加速する。（揚水発電以外の水力発電の開発目標は 12 次 5 カ年計画より低くなった）

メコン川・瀾滄江の水力発電の開発に関連する内容

瀾滄江の話はなかったが、雲南省を含み、南西部の他の河川における大型水力発電基地の建設を積極的に促進すると述べた。

また、カスケード運用の強化も述べた。

国際協力に関連する内容

周辺国との協力の深化を続く。東南アジア、メコン川流域の協力についても述べた。海外の水力発電開発プロジェクトの質を高めること。

環境社会への影響についての考え

環境の保護を重点的な任務として挙げられた。

- 第 14 次 5 カ年計画（2021-2025）[23]

エネルギー革命を推進し、グリーンかつ低炭素、安全かつ効率の高いエネルギー体制を構築し、エネルギーの供給保障能力を向上させるための手段の 1 つとして、南西部の水力発電所の開発が挙げられた。

- 雲南省第 14 次 5 カ年計画（2021-2025）[24]

重点的な発展方向の 1 つとして、大規模河川における水力発電の開発を含み、グリーンエネルギー産業が挙げられた。

雲南省の特色として、グリーンエネルギーの開発を重点的に説明した。雲南省を国レベルのグリーンエネルギー基地に建設するため、建設中の水力発電プロジェクトの推進、新しいプロジェクトの建設開始、そして支流における水力発電開発の計画、既有の水力発電プロジェクトの発電能力の増加などが手段として挙げられた。

➢ 金融機関

- 中国工商銀行（Industrial and Commercial Bank of China Limited）[25]

海外支店の業績報告において、経済社会発展へのサポートということで、China-Pakistan Economic Corridor の水力発電、風力発電と太陽光発電などのエネルギー分野において、カラチ支店が金融サービスを提供していると述べた。

グリーンエネルギーへの投資を強調したが、風力発電と太陽光発電の話であり、水力発電の話はなかった。

- 中国建設銀行（China Construction Bank）[26]

グリーン金融を通じて、社会資本を再生可能エネルギーなどの分野に誘導すると述べた。水

[23] 中国人民共和国国民経済・社会発展第十四次五カ年計画及び 2035 年までの長期目標綱要，2021.3.
[24] 雲南省国民経済・社会発展第十四次五カ年計画及び 2035 年までの長期目標綱要，2021.2.
[25] 中国工商銀行 2020 年社会責任報告（ESG 報告），2021.3.
[26] 中国建設銀行 2020 年社会責任報告，2021.3.

力発電への投資は特になかった。

- 中国農業銀行（Agricultural Bank of China）[27]

「国の重大戦略へのサービス」として、一帯一路へのサポートにおいて、グリーンと持続可能なプロジェクトへのサポート、エネルギーと資源協力プロジェクトへのサポートがあった。例としてドバイの太陽光発電プロジェクトが挙げられた。

同じ一帯一路へのサポートにおいて、シンガポール支店が、一帯一路の東南アジアへの実施に対し、エネルギーなどの分野に資金を提供したと述べた。

「グリーン金融の発展」として、グリーンエネルギーが重点的に支持するグリーン産業として挙げられたが、例として風力発電のプロジェクトが挙げられた。また、河川の環境保護の話もあり、長江、黄河の環境保護のプロジェクトについて述べた。

- 中国銀行（Bank of China）[28]

「国家戦略の実施」として、一帯一路の建設へのサポートについて述べた。中国とギリシャのエネルギー分野の協力、インドネシアの地熱発電プロジェクトが挙げられた。また、「国家戦略の実施」として、新しいインフラ建設へのサポートについて、重点的な水利プロジェクトに積極的に参加することが述べた。

「グリーン金融の推進」として、グリーンエネルギーの発展へのサポートについて、中国国内の揚水発電プロジェクトが挙げられた。

- 中国輸出入銀行（The Export-Import Bank of China）[29]　政策金融機関

「グリーン金融の発展・持続可能な発展へのサポート」に係わり、グリーン融資の部分ではグリーンエネルギーへのサポートを述べた。また、グリーンエネルギーと再生可能エネルギーなどのグリーン産業の海外展開への促進も述べた。

グリーン投資について、中国・日本、中国・中東欧の投資ファンドが設立され、グリーンエネルギーへの投資があった。また、中国・ラテンアメリカ投資ファンドは、ブラジルの老朽化した水力発電（San Simao Hydropower Station）の特許経営への投資（電力会社：国家電力投資）のプロジェクトもあり、当水力発電プロジェクトの洪水調節、渇水対策、灌漑や通航の機能の発揮をサポートすると述べた。

同じ「グリーン金融の発展・持続可能な発展へのサポート」の部分には、グリーン金融と一帯一路の組み合わせについての内容があり、グリーンエネルギー・再生可能エネルギーのプロジェクトをサポートすると述べた。

例としては、パキスタンの Karot Hydropower Project が挙げられた。当プロジェクトに対する評価として、建設期間中に当地へ雇用機会を提供できる。建設完了後にグリーンエネルギーが提供され、電力産業の技術向上が望まれ、パキスタンの経済発展と人々の生活向上に貢献できると述べた。

また、カンボジアの Lower Sesan II 水力発電プロジェクト（メコン川支流におけるダム）も挙げられた。当プロジェクトに対する評価として、グリーンエネルギーが提供でき、周辺地域のインフラ建設がプロジェクトとともに改善できた。カンボジアのエネルギー構造の改善、経済社会の発展には大きい意義があるとのべた。

海外プロジェクトの社会・環境リスク管理について、海外プロジェクトに環境と社会リス

[27] 中国農業銀行 2020 年社会責任報告，2021.3.
[28] 中国銀行 2020 年社会責任報告，2021.3.
[29] 中国輸出入銀行グリーン金融と社会責任白書 2019

クの全プロセスにおける管理を実施し、プロジェクト所在地の持続可能な発展を推進し、当地の人々の権益を守ること共に企業のリスクを制御すると述べた。

具体的には、海外のプロジェクトの環境・社会リスクの評価と管理はその国の法律と規則を基準とする。プロジェクト所在国の環境保護システムが不十分であり、環境・社会リスクの評価の政策と標準が不足の場合には、中国又は国際的な慣例で実施するとした。

プロジェクトのプロセスや設備が相関の環境保護の需要に満足しなければならない。プロジェクトの実施による生態、環境、人文、安全、移民、社会に対する影響を評価しなければならない。環境リスクに対する対策案が必要であり、環境・社会リスクへの要求を契約に入れることもある。重大な環境・社会問題を起こした場合は必要な措置を要求し、場合によりローンの停止や回収する可能性もある。

- 国家開発銀行（China Development Bank）[30]　政策金融機関

2018 年の持続可能な発展報告書には、「エネルギーと交通インフラの欠点の補強」の部分に、グリーンエネルギーの割合が約 20%で、エネルギー構造の改善がまだ必要だと述べた。その手段として、重大な水力発電開発への支持が挙げられた。「一帯一路へのサポート」の部分に、経済社会発展に関わる重大なプロジェクトを推進し、経済貿易の協力を強化し、共同発展をサポートするために、沿岸国の水力発電へのサポートが挙げられた。

2019 年の持続可能な発展報告書には、「インフラの補強と質および効率の改善」の部分に、大型水力発電への支持が挙げられた。水力発電を低炭素・グリーンなエネルギーとして、エネルギー構造の改革に重要だと考えられている。

2020 年の持続可能な発展報告書には、「インフラ建設の統合的な推進」の部分に、電力の発展において、揚水発電へのサポートが述べたが、水力発電開発の内容はなかった。2020 年年間報告書には、治水として、ダムの例が挙げられた。

- ニュースから見る水力発電への投資

国家開発銀行の三峡ダムやその後の長江における大型水力発電への投資に関する報道[31]があり、「我が国のエネルギー構造の調整と経済社会の発展に貢献する」とのことであった。

中国輸出入銀行四川省支店の一帯一路における水力発電開発プロジェクトへの投資に関する報道[32]があり、「四川省の企業が一帯一路への参加を支持し、我が省の実体経済の発展をサポートする」とのことでった。

中国農業銀行の YaLong River（長江の支流）における水力発電プロジェクトへのサポートに関する報道[33]があり、「エネルギー構造の転換への支持」がキーワードである。

中国平安（保険会社）のグリーン金融を生かして、長江における BaiHeTan 水力発電プロジェクトへのサポートに関する報道[34]があり、「国の重大戦略」、「グリーンエネルギー」がキーワードである。

[30] 国家開発銀行 2018-2020 年持続可能な発展報告書および国家開発銀行 2020 年年間報告書に参考

[31] 「国家開発銀行が三峡集団大型水力発電プロジェクト建設に 465 億の融資で支持」，人民網，2021.4.2. http://finance.people.com.cn/n1/2021/0402/c1004-32068755.html，閲覧時間：2021.10.11.

[32] 「輸出入銀行四川省支店が全省の実体経済の発展を全力で支持する」，四川省経済と情報化庁，2019.6.12. https://jxt.sc.gov.cn/scjxt/gzdt/2019/6/12/33f0b0ad63f34973a000ac0955a2f6d9.shtml，閲覧時間：2021.10.11.

[33] 「金融機関が重大なプロジェクトの建設を支持し，経済の質の高い発展をサポートする」，中国金融新聞網，2021.6.4. https://jxt.sc.gov.cn/scjxt/gzdt/2019/6/12/33f0b0ad63f34973a000ac0955a2f6d9.shtml，閲覧時間：2021.10.11.

[34] 「中国平安のグリーン金融戦略が全面的に実施　BaiHeTan 水力発電プロジェクトの建設を支持」，中国広電総台国際在線，2021.6.7. http://js.cri.cn/2021-06-07/3f527423-7918-3775-fd54-4d24d2712320.html，閲覧時間：2021.10.11.

➢ 水力発電開発に関わる企業

● 中国華能集団（China Huaneng Group Corporation Limited）[35、36、37]

「海外市場の開拓」の部分に、一帯一路へのサポートも考慮し、カンボジアの Lower Sesan II 水力発電プロジェクトやミャンマーの水力発電プロジェクトが挙げられた。（当地の電力供給を改善、経済発展を支持したという考え方）

「環境保護の強化」としてエネルギー構造の調整の部分に、水力発電開発の内容が挙げられた。

華能の水力発電を管理する子会社華能瀾滄江水電の 2019 年社会責任報告書にも、水力発電を、グリーンエネルギーを開発し、国のエネルギー構造の改革への手段として捉えている。また、環境管理の強化を説明する部分には、ダム運用における環境や生息地の保護の措置も挙げられた。

華能国際電力 2020 年 ESG 報告書には、「グリーンエネルギーの発展」→「エネルギー構造の改善」の部分には、2021-2025 年の計画として、揚水発電プロジェクトの開発が挙げられた。

● 中国華電集団（China Huadian Corporation）[38]

内容が少なかったが、グリーンエネルギーの発展、一帯一路のキーワードがあった。

● 中国大唐集団（China Datang Corporation Limited）[39]

「エネルギー構造の改善」の部分に、グリーンなエネルギーの開発が述べた。例としてチベット自治区の水力発電プロジェクトが挙げられた。

「生物多様性の保護」の部分に、水力発電プロジェクトの魚の保護措置が挙げられた。

「一帯一路の建設」の部分には、海外市場を開拓し、国際業務を展開すると述べ、ミャンマーの水力発電プロジェクトが例として挙げられた。

● 国家能源投資集団（China Energy Investment Corporation）[40]

石炭発電がメインの企業。エネルギー構造の転換の部分には、グリーンエネルギーの発展について、いくつかの水力発電プロジェクトが例として挙げられた。

一帯一路への積極的な参加も述べたが、水力発電の話はなかった。

● 国家電力投資集団（State Power Investment Corporation Limited）[41、42]

内容は少なかったが、水力発電については、グリーンエネルギーとして、カーボンニュートラルの実現の重要な手段として捉えている。

● 国家電網（State Grid Corporation of China）[43]

カーボンピークアウト・カーボンニュートラルの目標を達成するために、揚水発電の開発が 1 つの手段として挙げられた。

一帯一路に貢献すると述べた。

[35] 華能国際電力 2020 年 ESG 報告書
[36] 華能瀾滄江水電 2019 年社会責任報告書，2020.4.
[37] 中国華能集団 2020 年持続可能な発展報告書
[38] 中国華電集団 2020 年持続可能な発展報告書
[39] 中国大唐集団 2020 年社会責任報告書
[40] 国家能源集団 2020 年社会責任報告書
[41] 国家電投 2020 社会責任報告書
[42] 国家電投 2020 グリーン報告書
[43] 国家電網 2020 年社会責任報告書

- 中国南方電網（China Southern Power Grid）[44]

グリーン・環境保護の部分には、カーボンピークアウトへの対応、エネルギー構造の調整として、中国西部の水力発電の利用（開発したが十分に利用されていない)、揚水発電プロジェクトの開発が挙げられた。

国際業務の展開・一帯一路への支持の部分には、東南アジアでの水力発電プロジェクトが挙げられた。周辺国との電力の相互接続・電力貿易を推進し、win-win 関係を実現すると述べた。

[44] 中国南方電網 2020 年企業社会責任報告書

付属資料 C-3　ASEAN の ESG

(1) ASEAN GBS (Green Bond Standards) SBS (Social Bonds Standards) SUS (Sustainable Bonds Standards)

➢ ACMF

ACMF (ASEAN Capital Markets Forum)は ASEAN 諸国の資本市場を規制する政府機関で構成されたフォーラムで、地域の資本市場の統合と連結性を促進することを主な目的としている。ASEAN の持続可能な発展、特にインフラの整備を支えるため、グリーンファイナンスの発展が重要だと考えられている。

そこで、ACMF の重要な取組の 1 つに、グリーン資産分類（Green asset class）を構築することがある。

➢ ASEAN GBS、SBS、SUS

2017 年 11 月に、ACMF の始めての持続可能な金融（Sustainable finance）への取り組みとして、ASEAN GBS が発表された。その後、2018 年 10 月に、ASEAN SBS と SSBS が発表された。

国際的に認められ、利用されている標準と一致させるために、ASEAN GBS、SBS と SUS は ICMA (International Capital Market Association)の Green Bond Principles (GBP)、Social Bond Principles (SBP)と Sustainability Bond Guidelines (SBG)に基づき構築された。

ASEAN GBS には、グリーンプロジェクトとして以下のリストがある：

1） 再生可能エネルギー (Renewable energy) ← 水力発電に関しては特に記載していない
2） エネルギー効率 (Energy efficiency)
3） 公害防止とコントロール (Pollution prevention and control)
4） 生物天然資源と土地利用の環境的に持続可能な管理 (Environmentally sustainable management of living natural resources and land use)
5） 陸域と水域の生物多様性保全 (Terrestrial and aquatic biodiversity conservation)
6） クリーンな交通機関 (Clean transportation)
7） 持続可能な水と廃水管理 (Sustainable water and waste water management)
8） 気候変動への適応 (Climate change adaptation)
9） 環境効率、循環型経済に適合した製品、生産技術、プロセス (Eco-efficient and/or circular economy adapted products、 production technologies and processes)
10） 地域、国、国際的に認められた基準や認証を満たすグリーンビルディング (Green buildings which meet regional、 national or internationally recognized standards or certifications)

ASEAN SBS には、ソーシャルボンド市場で支援されるプロジェクトについて、以下のリストがある：

1) 入手可能な基礎インフラ (Affordable basic infrastructure、 e.g. clean drinking water、 sewers、 sanitation、 transport、 energy)
2) 必要なサービスへのアクセス (Access to essential services、 e.g. health、 education and vocational training、 healthcare、 telecommunication、 financing and financial services)
3) 入手可能な住宅 (Affordable housing、 e.g. construction、 renovation and maintenance、 provision of housing loans、 development and provision of rental housing)
4) 雇用創出 (Employment generation、 e.g. SME financing、 microfinance、 skills development for employability and entrepreneurship)
5) 食糧安全保障 (Food security、 e.g. sustainable farming and fishery、 agricultural credit and insurance、 crop innovation、 infrastructure development for agriculture and aquaculture)
6) 社会経済的な向上とエンパワーメント (Socioeconomic advancement and empowerment、 e.g.

targeted financing schemes such as loans to women-owned businesses、 social support services such as rehabilitation、 counselling and integration programs; development of community centers and facilities)

ASEAN SUS は、ASEAN GBS と ASEAN SBS 両方を基準にしなければならない、と規定している。

➢ 発行機関

ACMF のホームページには、2021 年 12 月 9 日まで、ASEAN 諸国に発行されたグリーンボンド、ソーシャルボンドとサスティナビリティボンドのリストが公開されている[45]。

- シンガポール
  - ✓ Sindicatum Renewable Energy Co Pte Ltd
  - ✓ Oversea Chinese Banking Corporation Limited
  - ✓ National University of Singapore
  - ✓ UOB
  - ✓ GLP Pte Ltd
  - ✓ Sembcorp Industries
  - ✓ Bayfront Infrastructure Management Pte Ltd
- マレーシア
  - ✓ UiTM Solar Power Sdn Bhd
  - ✓ Pasukhas Green Assets Sdn Bhd
  - ✓ Telekosang Hydro One Sdn Bhd[46] ← Telekosang River の小水力プロジェクト
  - ✓ CIMB Bank Berhad
  - ✓ Edra Solar Sdn Bhd
  - ✓ Leader Energy Sdn. Bhd.
  - ✓ Solar Management (Seremban) Sdn. Bhd
  - ✓ Cagamas Berhad
  - ✓ Malaysia Wakala Sukuk Berhad
  - ✓ reNIKOLA Solar Sdn Bhd
  - ✓ Small Medium Enterprise Development Bank Malaysia Berhad
  - ✓ Hanwha Q CELLS Malaysia Sdn Bhd
  - ✓ Bank Pembangunan Malaysia Berhad
  - ✓ Pengurusan Air Selangor Sdn Bhd
  - ✓ Cagamas Berhad
- タイ
  - ✓ B. Grimm Power Public Company Limited
  - ✓ Energy Absolute Public Company Limited
  - ✓ Global Power Synergy Public Company Limited
  - ✓ Ministry of Finance (on behalf of Kingdom of Thailand)
  - ✓ RATCH Group Public Company Limited
  - ✓ B. Grimm Power Public Company Limited
  - ✓ SPCG Public Company Limited
- フィリピン
  - ✓ AC Energy Finance International Limited
  - ✓ Rizal Commercial Banking Corporation
  - ✓ Bank of the Philippine Islands
  - ✓ Rizal Commercial Banking Corporation
  - ✓ Development Bank of the Philippines
  - ✓ Land Bank of the Philippines
  - ✓ Rizal Commercial Banking Corporation
  - ✓ Energy Development Corporation
  - ✓ ACEN Finance Limited

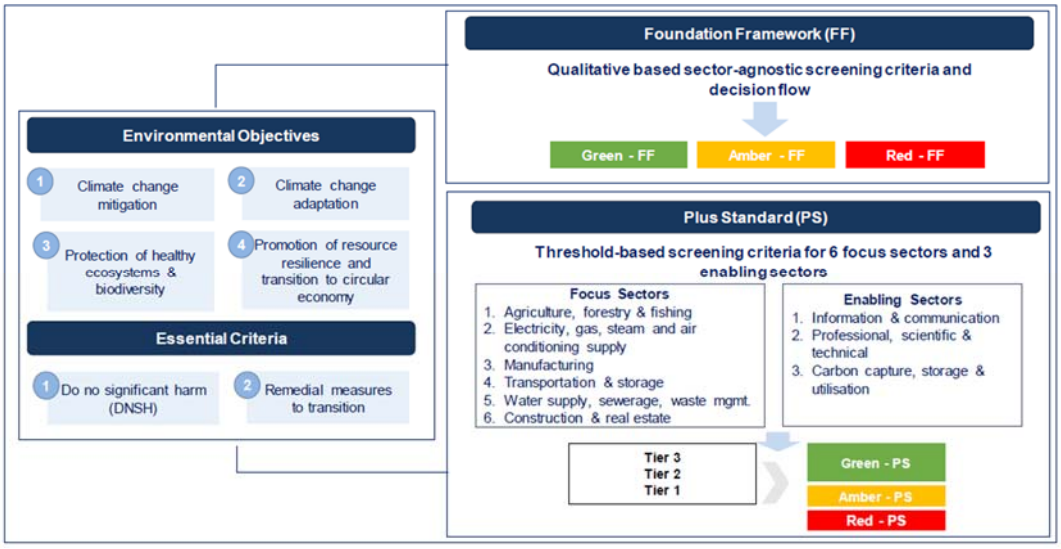
[45] https://www.theacmf.org/initiatives/sustainable-finance/list-of-asean-green-social-sustainability-bondssukuk

[46] https://telekosanghydro.com/#home

(2) ASEAN Taxonomy

➢ ASEAN Taxonomy とは

2021 年 4 月に ASEAN Taxonomy Board が設立され、同年 11 月に ASEAN Taxonomy が公開された[47]。ASEAN Taxonomy はそれぞれの経済活動を分類し、気候変動と適応、健全な生態系と生物多様性の保護、資源の回復力と循環型経済への移行の促進などの視点で評価し、実体経済の活動をより持続可能な基盤へと移行させるための活動に資本を導くためのマップとして機能する。

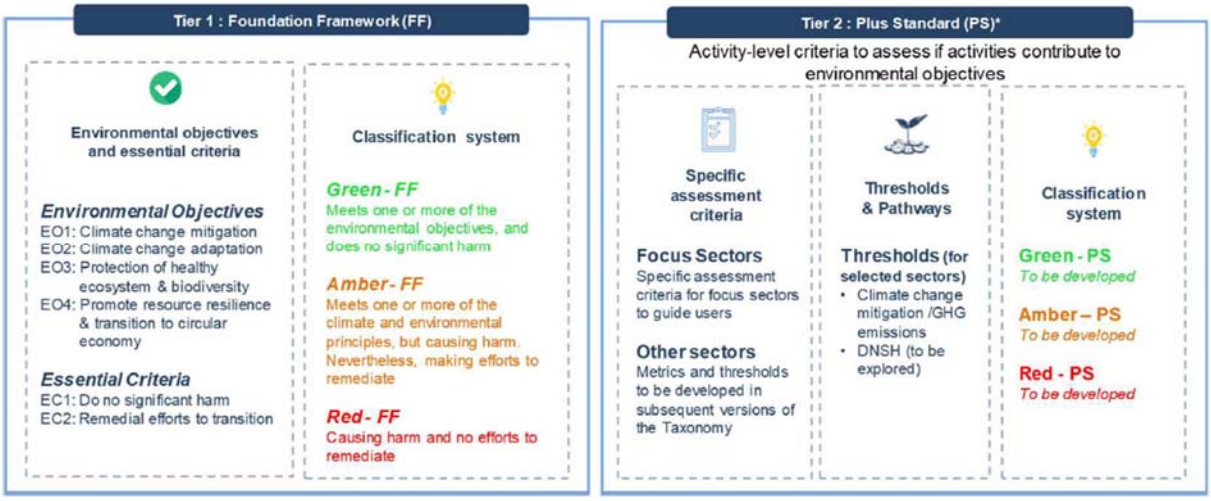


出典：ASEAN Taxonomy、 2021

図 C3.1 ASEAN Taxonomy の評価体系

➢ ASEAN Taxonomy の仕組み

ASEAN Taxonomy の特徴としては、ASEAN 諸国の経済、社会や制度などの多様性を考慮し、画一的な標準ではなく、Foundation Framework と Plus Standard を含み多層的な評価体系を構築した。



出典：ASEAN Taxonomy、 2021

図 C3.2 多層構造のタクソノミーデザイン

[47] https://www.theacmf.org/initiatives/sustainable-finance/asean-taxonomy

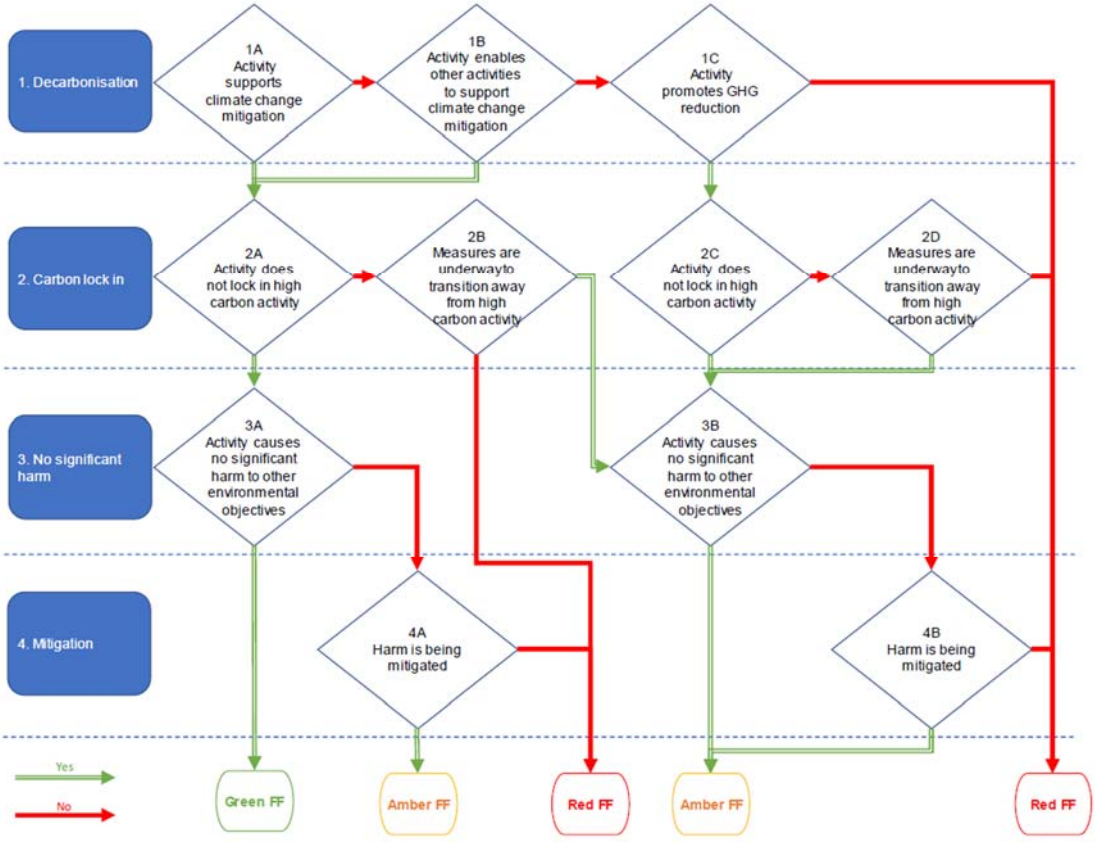
Foundation Framework

Foundation Framework はすべての ASEAN 加盟国に適用するものである。経済活動は少なくとも 1 つの環境目標とすべての必須基準を満たさなければならない。また、ASEAN Taxonomy の初版として、気候変動の緩和を主な目的とした。

- 環境目標
  1) 気候変動の緩和 (Climate Change Mitigation)
  2) 気候変動適応策 (Climate Change Adaptation)
  3) 健全な生態系と多様性の保護 (Protection of healthy ecosystem and diversity)
  4) 資源の回復力の促進と循環型経済への移行 (Promotion of resource resilience and transition to circular economy)
- 必須基準
  1) 有害事象の回避（Do No Significant Harm、 DNSH）
  2) 移行のための改善策 (Remedial Measures to Transition)

Foundation Framework のデシジョンツリーを通じて、経済活動が下記の三種類に定性的に評価されることができる。

- Green FF: Green Foundation Framework
- Amber FF: Amber Foundation Framework
- Red FF: Red Foundation Framework



出典：ASEAN Taxonomy、 2021

図 C3.3 Foundation Framework のデシジョンツリー

Plus Standard

Plus Standard は、特定された重点分野内の活動に対する活動レベルの技術的審査基準 (activity-level technical screening criteria)で構成される。経済活動が Green PS、Amber PS、Red

PS のいずれであるかを判断するための活動レベルの基準と閾値を提供することで、Foundation Framework を補完するものである。

- 重点分野の特定

ASEAN Taxonomy の初版では、気候変動の緩和を達成するために重要なセクターや活動を取り上げた。そのため、ある経済活動の経済への貢献を反映できる Gross value added (GVA)と環境への影響を反映できる GHG emissions を用いて優先的なセクターを選定した。他にも ICT、専門的、科学的、技術的な活動と炭素回収・利用・貯蔵が選定された。

セクターの分類は UN の International Standard Industrial Classification of All Economic Activities (ISIC)に基づいた。

表 C3.1 選定された優先セクター

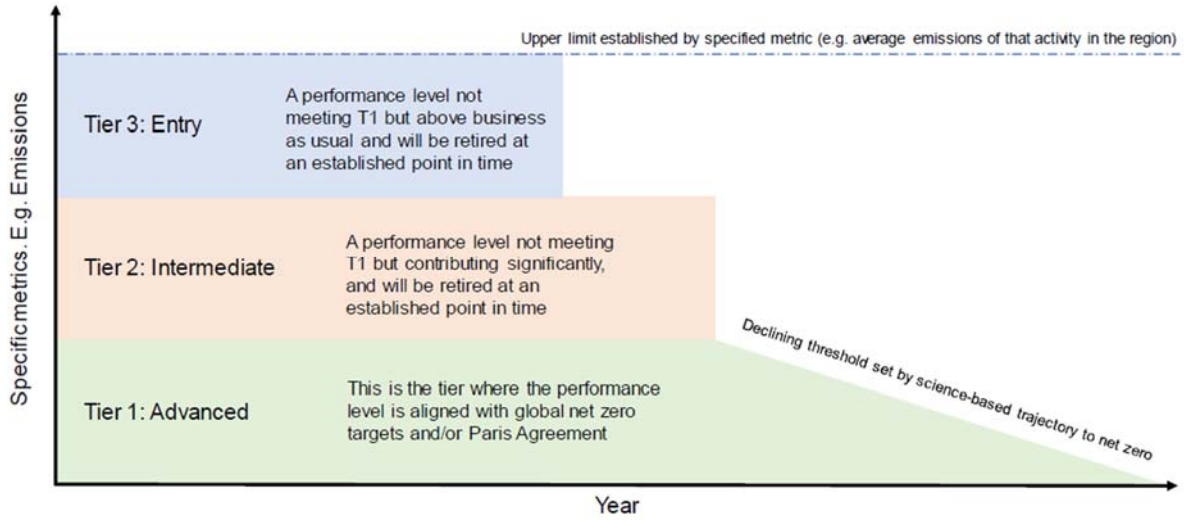
Ranking	ISIC Section	Name
1	A	Agriculture, forestry, and fishing
2	C	Manufacturing
3	D	Electricity, gas, steam, and air conditioning supply
4	H	Transportation and storage
5	F, L	Construction & Real estate activities
6	E	Water supply; sewerage, waste management and remediation activities[13]

出典：ASEAN Taxonomy、 2021

- 評価基準と閾値

ASEAN Taxonomy の初版では、評価基準と閾値の設定の考え方について検討された。実際の基準と閾値は以下に示す 3 つの階層で設定される。

評価基準と閾値の設定の考え方として、「stacked approach」というコンセプトを導入し、1 つの経済活動に対し、それぞれの国や企業が技術の現状によって脱炭素化経路（decarbonization pathways）が異なると考える。そのため、1 つの経済活動に対し複数の閾値を設定し、それぞれの国や企業が自身の現状に応じて閾値を選定するものと仮定した。



出典：ASEAN Taxonomy、 2021

図 C3.4 Stacked Approach のイメージ

● 水力発電の関連内容

初版の ASEAN Taxonomy には主に評価体系の構築の解説の中で、具体的な経済活動に対する評価はなかった。Foundation Framework には定性的に経済活動を評価する体系を構築したが、具体的な評価基準と閾値を用いて経済活動を定量的に評価する Plus Standard では、まだ評価基準と閾値も定められていない。

将来の ASEAN Taxonomy の内容を深化するための参考として、付録には可能な Green Activity と Red Activity をリスト化した。その中に再生可能エネルギーが Green Activity として評価したが、再生可能エネルギーの例として太陽電池、集光型太陽電池、風力、海洋エネルギーが挙げられ、水力発電は挙げられなかった。

(3) ASEAN 各国の Green Bond 政策

➢ インドネシア

インドネシアは 2018 年に Green Bond and Green Sukuk Framework を策定した[48]。

グリーンプロジェクトとして認定されるリストの中に、水力発電が再生可能エネルギーとして挙げられたが、発電出力が 30MW 以上の大型水力発電プロジェクトが除外されている。

➢ マレーシア

マレーシア証券委員会 (The Securities Commission Malaysia)が 2014 年に the Sustainable and Responsible Investment (SRI) Sukuk framework を導入した[49]。

同フレームワークには再生可能エネルギーをグリーンプロジェクトとしているが、大型水力発電への見解は特になかった。

➢ タイ

タイは 2020 年に Sustainable Financing Framework を策定した[50]。

同フレームワークには再生可能エネルギーをグリーンプロジェクトとしている。まだ、水力発電に関しては、小水力発電が例として挙げられ、発電出力 25MW 以下のプロジェクトだけに適用すると強調した。

➢ ベトナム

ベトナムは 2012 年に Viet Nam National Green Growth Strategy を公開した[51]。

同資料には「産業界や交通機関における燃料構造を変える」をグリーン的な成長のための策として挙げられ、化石燃料の使用を減少し、再生可能エネルギーを開発すると述べた。しかし水力発電に関する論述はなかった。

[48] https://www.djppr.kemenkeu.go.id/uploads/files/dmodata/in/6Publikasi/Offering%20Circular/ROI%20Green%20Bond%20and%20Green%20Sukuk%20Framework.pdf

[49] https://www.sc.com.my/api/documentms/download.ashx?id=84491531-2b7e-4362-bafb-83bb33b07416

[50] https://www.pdmo.go.th/pdmomedia/documents/2020/Jul/KOT%20Sustainable%20Financing%20Framework.pdf

[51] https://www.giz.de/de/downloads/VietNam-GreenGrowth-Strategy.pdf

添付資料 D

国内支援委員会議事録

東南アジア地域
メコン河流域における環境社会に配慮したダム運用に係る情報収集・確認調査
第１回国内支援委員会議事録

日時：　2020 年 10 月 8 日（木）10:00～12:00
方法：　Zoom 利用によるウェブ会議
参加者：　国内支援委員会：山崎、大塚、濱崎、田中、角
(敬称略)　外務省（10:30 より参加）：遠藤、大石
JICA；小塚、鈴木、岩崎、松本、永田、大塚、濱野
日本工営；元木、植松、奥田、河野、大野、王、勝濵
（その他オブザーバ参加あり）
利用資料：PPT 資料「第 1 回国内支援委員会インセプションレポート（案）説明協議（2020 年 10 月 8 日; 日本工営株式会社)」

【議事内容】
濱野主任調査役からの参加者紹介に続き、以下のとおり岩崎部長より挨拶が行われた：

- 日本はメコン河流域に対して長年にわたり協力を続けてきた。
- 最近ではメコン河流域においても米中対立が起きている。LMC の設立、雲南省における COP15 開催など中国は同流域においてプレゼンスを高めている。SDGs のターゲット 6 にも示されている統合水資源管理を進めるために、協力の方向性を検討したい。
- 課題は複雑で難易度が高く、短期で解決できるものではないが、着実な方向性を見出したい。国内支援委員の皆様からの助言を賜りたい。

引き続き元木より調査内容について説明するとともに、以下のとおり意見交換した：

- JICA 事務局に伺いたい。インセプションレポート（IC/R）はこの委員会を経て最終化されるのか？（アジ研；大塚）
  - ➢ そのとおりである。委員のご意見を反映して最終化させる。（濱野）
- 十分読み込めていない面もあるので、フォローアップの期間をいただきたい。（大塚）
- 今回の IC/R は限られた情報源から取りまとめられたものと認識している。人口などのデータも古いのでアップデートして最新のものにする必要がある。SOBR2018 では上流（中国およびミャンマー）の情報も掲載されているので、これも取り込む必要がある。これは、現地調査に向けて、JICA 側がどこまで情報を得ているかを示すためである。（大塚）
- 環境社会影響の考え方で、IC/R の表 2.2 の表に挙げられているものは環境影響であり、社会影響は挙げられていない。また、環境社会影響の考え方について、4.1.4 節などに事業主体の責任について言及されているが、国や投資家の責務も含めて整理する必要がある。（大塚）
- 流域の統合管理については、各国にもそれぞれの流域管理の仕組みがある。メコン流域管理と各国の管理政策をつなぐもの、中国における水利部と生態環境部の調整のような各国における管理上の役割分担など、この重層的な構造が報告書には示されていないので、これを示

してゆく必要がある。各国と流域のシナジーやハーモナイゼーションを意識すべきである。（大塚）

- 各国の水資源政策については IC/R に十分示すことができていない。各国の政策と MRC の Basin Development Strategy の関係、シナジー効果を示してゆく。（元木）

- 本調査のタイトルでは「ダム運用」が対象とされている。現状では完成しているダム、建設中や計画中のものが混在している。そもそも我が国の協力のゴールとして最終的に何を目指すかを明らかにする必要がある。本川ダムの他に、支流におけるダムなども含めて何らかのメッセージを出すのか？　既存ダムの運用改善など、ソフト的な対応を目指すのか？　あるいは国内のダム再生事業のようなハードの改善を含むものも目指すのか？　こういうところにより特化するなどの方針があれば伺いたい。（角）
  - 検討のゴールをどこにおくかはまだ明確ではない。現状を明らかにしないとゴールも見定めづらい。既存の資料、情報を精査して、どこにゴールをおくかを明らかにしないといけないというのが現状認識である。（元木）
  - こういったものを検討する際に大切なのは、ダムによる影響の要素をどう分離してゆくかである。具体的には、水収支と土砂収支の両方への影響を明らかにする必要がある。例えばスライド P10 に示されるようなダムの建設は、時間をかけて歴史的に進められてきたものである。ある時点におけるダム影響をどう分離するかは降雨影響もあり簡単ではない。右下のグラフに示されるように、メコン上流では 2009 年以降に貯水容量が格段に増加している。十分なデータがあるかどうかはわからないが、時系列情報を含め、国内の流砂系マップ（流程的な流砂量の変化を図示）のようなもので見せてゆく必要がある。（角）
  - ダムの建設直後と定常状態に入った後でも水収支への影響が異なる。巨大貯水池ができた後は初期湛水に時間と水を要するので、水収支が大きく変化する。定常状態の前と後では状況が異なる。こういったものも丁寧に整理する必要がある。水収支、土砂収支のマッピング、時系列の整理を丁寧に行うと良い。初期湛水が終われば基本的には水の流入量と流出量は安定する。（角）
  - すでに報告書に示されているかもしれないが、被害と言った場合に、下流のどのような被害を対象にするかも明確にする方が良い。水量、水質、塩水遡上等があり、ベトナムのデルタでは乾期の流量は増えているのに水位は下がっているようなトリッキーな現象も起きている。この場合の被害が何か、例えば水位低下により灌漑のためのポンプアップに追加的な費用が生じたといったことなどを明確にできると良い。（角）
  - 下流部では河岸侵食が進行している。こういった被害についても含める必要がある。河岸侵食は生態系の変化にも関係する。水量、土砂収支、地形の変化を押さえる必要がある。（角）
  - これから収集が必要な資料も多数ある。ご指摘の視点からデータ収集を続ける。（元木）
- IC/R は包括的に現在のメコン流域を見ることができ役に立つ。ダムの流況への影響については、本当に裏がとれているかの検証が必要である（2.2 節(1)）。また、最終的に何が何でも避けなければいけない事態が何なのか、対応可能な事態と絶対に回避しないといけない事態と

を客観的示していく必要がある。被害について電源開発の便益で補填が可能なのか、漁業に関係してある魚種がいなくなるなど不可逆的な影響があるのか、取り返しのつかない状況をどう避けるのかという視点から方針を示せると良い。(山崎)

- ダム建設の際には事業個別の EIA はしっかりと行われているという印象があったが、なぜ環境影響が出ているかを明らかにする必要がある。また、ガバナンスやコンプライアンスの側面からアプローチし、ダム開発者が運用後に投資回収できないリスクを見せることも重要。具体的には、TCFD 提言や、ESG 投資のネガティブスクリーニングを開発の阻止にも使うことができる。(山崎)
  - 確かに SDGs、ESG 投資などの利用について仮説を設定しており、更に情報が集まれば助言をお願いしたい。(元木)
  - TCFD 提言は金融側のモチベーションを投資家に持たせる考え方である。これを利用することができる。(山崎)
  - ご指摘のとおりであり、半年程度関連情報を集めてきた。しかし、4 万ページに及ぶこれまで収集した論文などを読んでも、局所的な状況はわかっても流域全体の状況をつかむのは困難であった。いただいたコメントに従いブラッシュアップしてゆく。(奥田)
- IC/R は大変な労力を費やしたと推察され、情報の把握の役に立つ。グランドデザインである「すべての流域住民が豊かさを実感できる社会の実現」にも関連して、今回の対象 6 か国全体と比べて狭い範囲になるが、私が研究対象とするカンボジアでは先進諸国が農村開発などの支援を行っている。メコンカワイルカの保全、魚種調査なども行っており、非常に有益な情報が得られる事が多い。本調査の訪問先は MRC や政府機関を念頭に置いているようだが、農村支援を行っている GIZ、WWF、IUCN などの機関からの情報や住民にも目を向けてゆく必要ある。(濱崎)
  - 魚類など生態系の情報は限られているが、地に足のついた情報も取りこぼさないようにしたい。コロナの影響で情報収集にも制約があるが、情報収集を続ける。(元木)

引き続き、4.8 基本方針案に関して以下のとおり意見交換した：

- 本調査の目的は、メコンデルタの塩水遡上やトンレサップ逆流への影響等、開発の負の軽減し持続性のある水資源管理に関する提言であるが、4.8 で示されたポテンシャルのある協力方針案が、表 2.2 で示された個別の問題の解決に寄与するのか、ロジックが飛躍しているのではないかとの印象がある。(田中)
- 表 2.2 のようなの問題を解決しようとすると多くの場合、誰かが不利益を被る必要があり、全てのステークホルダーを Win-Win の状況にするのは困難、という認識を出発点とすべき。例えば、データ不足が解消されれば問題が解決するのかというと、おそらくそうではない。ベースのデータは大切であるが、こればかりに固執することで問題解決のために取り組まなければいけない他の課題への対応が疎かになるということを懸念している。(田中)
- この報告書の Audience が誰かも教えて欲しい。これは JICA の内部資料なのか、あるいは流域各国に示すものなのかを知りたい。明らかにされた環境社会影響は、自国で解決するか、上流国を巻き込んで解決するかのいずれかが必要であるが、後者の場合、協力案の内容につ

いて各国が受け入れ可能なのかという点も認識することが重要である。(田中)

- 非常に重要なご指摘である。データがあっても合意に必ずしも結び付くわけではないという点について認識している。現段階では机上の情報収集のみに基づいているが、現地の生の声に基づいた提案が必要である。本報告書の位置づけについても JICA と確認して調査を進める。(元木)
- Audience が誰かについては当初から変わってきている面もある。当初は日本の関係者を想定して本調査を開始した。現状では、対米コミュニケーションでも重要な材料になると認識している。英文に関しては最終報告書のサマリーのみを作り、これは世界に向けての発信する方向である。(濱野)
- 現地の声を拾うことについて、調査相手が必ずしも正確に現状を把握しているとは限らない点に留意すべき。例えば塩水遡上の原因などは現場の当事者よりも、(日本工営のような技術コンサルタントによる) 技術解析により明らかにできることも多く、現場偏重主義に陥らないよう注意が必要である。本調査では、いたずらに解決策の提示を急ぐのではなく、まず問題の構図を示すことが重要である。個別の問題との関連性・解決への寄与の薄い協力事業を実施して、結果として何も解決できなくなるということは避けなければならない。(田中)
- IC/R4.3 節の各国のエネルギー政策が示されているあたりから、データの羅列になっており、本報告書のレポートとしての筋が見えなくなる印象があった。報告書としては、最初に結論を示して、ストーリーラインを見せることが必要である。4.3 のデータのようなものは、直接 4.8 の協力方針案につながっていないものもある。内容としては重要な事項であっても本筋から外れるデータについては Annex にまわしてもよい。(田中)
- レポートの構成についてはご指摘のとおりである。インテリムレポート、ファイナルレポートの構成は大きく変える。ご指摘のように最初に結論を示してストーリーを示す構成にしたい。(元木)

- 協力のフレームワークのまとめの観点から、出口の設定にはまだ幅があることを理解している。実際の協力につなげるための基礎資料とするためには、IC/R はまだ検討段階であることを理解している。本調査のアプローチは正確なデータを構築し、その上に信頼関係を構築していくというものだと理解したが、データを信頼構築のために利用するという発想も考えられる。実際にはうまく行かないケースもある。Eyes on Earth や Stimson Center、MRC などの一連の議論を見ると、データ自体が信頼されておらず、信頼構築に役立っていないことがわかる。信頼構築の視点をセットで考えてゆく必要がある。(大塚)
- 中国との信頼構築は困難と思われている面もあるが、PM2.5 についてはアメリカの動きが中国政府を動かす力になった。最近では、中国の李首相がメコンの水文データ公開に言及したのは、米国側から見ると米国の動きが役立ったと見ているであろう。日中韓の LPT (大気汚染物質長距離輸送プロジェクト) という韓国が主導した大気汚染に関するイニシアティブはペンディングになっている。これは明らかに中国が損をする形になっているからである。上下流問題の難しさも考えながら、戦略的に客観的データを積み上げることが重要であり、圧力をかける方法もあるが、信頼構築の面からのアプローチも必要である。(大塚)

- 流域の中でも重点的な区間、プライオリティーエリアという場所を設定して、そこで重点的にプロジェクトや調査を行ってゆくという方法もある。流域全体を対象にするとシミュレーションなどの方法に限られるが、ミクロな方法もセットで Identify してゆけると、具体的、効果的な協力になる。最悪避けるべき事態の回避に資する方策も考えられると良い。(大塚)
  - 流域全体の俯瞰は必要でこれも進めるが、プライオリティーも明らかにして具体的案件を掘り起こしてゆく。7つの案にも対象地域を定めて、更に具体的な方策を組み込むことができる。(元木)
  - 自然環境上のプライオリティーエリアという考え方とともに、様々な矛盾が集中しているエリアを対象にするという考え方もある。(大塚)
- スライド P31 のポテンシャルのある協力分野の(1)(2)に関連して、現在すでに、雨期の流量減によって塩水遡上が1～2ヶ月早く起こるようになり塩水遡上が長期化していることが明らかになってきている。また、乾季の水位低下も塩水を引き込む原因になっている。流量を増やすのが短期的な解決策であるが、上流の水利用の工夫や、時期を定めた上流ダムの連携放流などが効果を有するかなど、シミュレーションで示す方法もある。ダム事業者によって不利益になるかというと発電はできることから、大きな不利益にはならない可能性もある。それらを実施した場合の得失を示すことが重要。(角)
- 塩水遡上を押し返すためにどの程度の流量が必要かについてであるが、我々の検討によれば、メコンデルタ上流部の Tan Chau および Chau Doc での合計必要流量の目安として、河口から 30km 地点で、4PSU で 3000m3/s 、1 PSU で 9000m3/s がそれぞれ必要と推定している。こうした具体的なターゲットを設定し、現状のデータとシミュレーションをどう利用するかが重要である。(角)
  - 個々の現象やその原因についてまだ十分報告書には取り込めていない。目的を見失わないように調査を続ける。引き続き助言をお願いしたい。(元木)
- 個々のホットスポット、重点地域で対応策を考え、これが流域全体にどう影響するかが見えていないのが課題である。それぞれの地域の問題がどの程度大きいのか、小さいのか、この負の影響の評価基準が経済なのか人命なのかなどを明らかにする必要がある。経済規模では価値は大きくないものでも、重要な生物種を失い、将来大きなリスクになるということもある。個々の場所で何を価値基準として評価してゆくのかをまとめておくと良い。(山崎)
  - 各地域の現状を十分に把握できていない面もある。今後整理を続ける。(元木)
- 生物資源に関して、魚類への影響をどう考えているかを伺いたい。カンボジアでは漁業に依存している人が多い。IC/R では魚類への言及があまりない。(濱崎)
  - 魚類への影響は非常に大きな問題と考えている。特にカンボジア、タイの沿川住民に対する影響は非常に深刻と考えている。(元木)
  - 魚類については Council Study の中で、モデルを利用して魚類にどの程度の影響があるかのシミュレーションを行っている。ただし、例えば、トンレサップでは逆流がどの程度変化しているのか、タイミングがどう変化するかも正確に把握できていない状況である。また、ベトナムのデルタについても塩水遡上地域の地盤沈下の問題、測量の正確性の問題、GPS 測量の問題などもあって、何にフォーカスすればよいかが十分に明確にで

きていない。（奥田）

- 長崎大には水産学部もあり、そこの研究者とも現地に入っている。EU ファンド作ったメコンの魚類に関する書籍もある。魚類関係の専門家とも話をすると良い。（濱崎）

- 現地の住民、国が将来的にどう地域を発展させたいかを合わせて考えてゆく必要がある。漁業依存だと将来の発展が限られるので、別の方法で地域を発展させたいと考えている現地首長もいるかもしれない。流域開発と地域開発をあわせて見てゆく必要がある。（山崎）
  - ご指摘の点について現地で確認してゆく。（元木）

引き続き、調査計画に関して以下のとおり意見交換を行った：

- ミャンマーについては現地調査を割愛する予定である。（濱野）
- スライド P36 に示す訪問先は素案の段階である。IC/R の添付資料には、より詳しい訪問先案を示している。誰に対してどういった質問を行うかは検討している状況である。訪問先として行った方が良い場所などがあればアドバイスをいただきたい。中国については最後、来年後半の訪問を考えている。（元木）
- 現地訪問が実現できれば素晴らしい。特に水力発電事業者はガードが固いと思うので調査結果を楽しみにしている。MRC や政府機関についても、フラグメンテーションがあるという前提で、ヒアリング結果を突き合わせて検証する必要がある。MRC 内であっても情報共有されていないという話が報告書に示されているので、MRC だけでも相当数の人に話を聞く必要がある。（大塚）
  - 情報共有がスムーズにいっていない面は多々あると考えられる。MRC と NMC の関係、各国の水資源管理機関との情報の受け渡しなども文献ではわからない点が多く、現地確認が必要である。実際の案件実施にあたってもこういった情報が重要になる。（元木）
  - NMC に行く時も、各国のどういったポジションの人が、MRC にどういったポジションで行って、どのポジションに帰ってきたなどインフォーマントの情報も重要である。（大塚）
- ベトナムのホーチミン市に Southern Institute of Water Resources Research という機関があり、ここがメコン河のモデル計算を行っており多くの情報を持っている。ここに行くと良い。（角）
  - 先生にいただいていた情報を含んでおらず失礼した。JICA とも相談して行程を検討する。（元木）
  - 例えばトゥイロイ大学でもハノイとホーチミン校があるが、現場に近いホーチミンの方や、カントー大学などメコンの研究をよく行っている。（角）
- 報告書では MRC がキープレーヤーとして扱われているが、流域委員会事務局の最終的意思決定は加盟国政府に委ねられているため、MRC が流域のダム管理・水管理に及ぼす影響はは限定的にならざるを得ない（どの関係者に対しても当たり障りのない範囲の活動しかできない）。MRC への過度な期待は禁物であり、技術協力をしてその影響範囲が MRC 止まりになるという事態は避けなければならない。（田中）
- スライド P32 の全体のタイムラインは非常に悠長だと感じた。この 10 年の変化でさえ非常

に大きく、P32 のようなペースで物事を進めても後手に回るだけである。先程調査団より「膨大な資料の読み込みに時間を要する」という声が上がったが、そもそも資料を洗いざらい読まなければ適切な協力アプローチが見つからないというわけではない（逆の言い方をすると、然るべき仮説を持って資料分析に当たらなければ、どれだけ資料を読み込んでも適切なアプローチには到達できない）。周囲の動きは早く、どんどん仮説をもってアクションをしてゆくことも必要である。（田中）

- ➢ 今回はマスタープランを作る訳ではないが、ある程度のタイムラインの想定は必要である。ご指摘を踏まえて検討を続ける。（元木）

- いただいたご意見をベースとして、本調査でフォローしてゆく。委員の皆様には今後も意見交換をお願いしたい。（濱野）

以上

東南アジア地域
メコン河流域における環境社会に配慮したダム運用に係る情報収集・確認調査
第２回国内支援委員会議事録

日時：　2021 年 9 月 10 日（木）10:00～12:15
方法：　Zoom 利用によるウェブ会議
参加者：　国内支援委員会：山崎、大塚、濱崎、田中、角
(敬称略)　外務省：藤井
JICA；松本、永田、大塚、加治、宇野、濱野
（その他オブザーバ参加あり）
日本工営；元木、植松、奥田、河野、大野、王、勝濵

利用資料：　1. メコン河流域における環境社会に配慮したダム運用に係る情報収集・確認調査 第 2 回国内支援委員会　議事次第
2. 第 2 回国内支援委員会 課題分析報告書 説明協議 PPT プレゼンテーション

【議事内容】

宇野企画役からの参加者紹介に続き、以下のとおり松本次長より挨拶が行われた：

- 当初予定していた現地調査については、カンボジアを除いて実施できていない。この状況下での課題分析には限界があるが、調査団には困難のなか精力的に作業を続けてもらった。
- 今後インテリムレポートをまとめるが、これに向けて、流域の主要課題の認識、今後の検討の方向性に関して、委員の皆様のご意見を賜りたい。
- まだ協力の方向性に向けた解像度が十分ではないが、皆様からのご意見もいただいて整理を続けたい。

これに続いて、宇野企画役から以下のとおり調査の経緯説明があった：

- 前回の国内支援委員会後、調査の優先課題として 4 項目を定めた。
- これに基づいてカンボジアの現地調査を実施したが、その後コロナによる制限で現地調査を実施できず、オンライン協議に切り替えた。
- ベトナム、ラオスも現地調査を試み準備を進めたが、査証取得がかなわなかった。

引き続き、業務主任の元木（日本工営（株））より調査内容について説明するとともに、以下のとおり意見交換した：

- 大枠に関して、様々なトピックを表にまとめてもらっているがダム影響と課題の関係がわかる図化も検討してほしい。表だけでの理解は難しい。例えば、ダム建設による流量、連続性への影響、これが複数ある課題にどうつながるか、これらは表からだけでは立体的に見えてこない。(田中)
- トンレサップに関しては、ダム運用と漁業・生態系との間に分かりやすいトレードオフの関

係がある。今、この関係が定性的には分かるが、例えば 1,500m³/s の流量増だとどの程度の影響になるか、この場合のダム側で妥協しなければならないことは何か、これが 3,000m³/s になるとどうなるかなど、客観的に見た場合に経済的にどう影響するか、そのようなザックリとした分析でも行うことができると調査の価値が上がる。(田中)

- ➢ ご指摘のとおりである。定量的な分析に踏み込めていないが検討を進める。(元木)

- ２点コメントがある。トンレサップに関して雨期の逆流の開始時期が遅れるという点について、時期がシフトしているだけではなく、特にメコンデルタでは、ピークが２山になっているという分析もあるので、これがダムの影響なのか、他の原因も影響しているのかを分析できるとよい。(角)
- ２点目であるが、土砂収支に関して、本川の河床の影響が出ないか、すなわち、上流からの土砂供給量が減少し、河床が低下するとトンレサップの流入にも影響する（同じ本川流量でもトンレサップ湖への逆流量は減る)。これは中国の洞庭湖への流入減少の現象と繋がる問題である。河床変動が長期的にも影響する可能性があるので、この検討も入れて土砂の影響を評価してほしい。ベトナムのデルタだけではなくカンボジアにも影響がでるということを関係者に認識してもらうことがとても重要だと考えている。(角)
- 3S に関しては是非、情報を充実させてほしい。Lower Sesan 2 ができて、この影響をどう評価するかを含む。Joint Monitoring Program のようなものはここでも実施されるのか？ また、Se Kong は最後の土砂供給源として重要で、今後のダム建設が本当に進むかなどの情報を充実させてほしい。(角)
  - ➢ ご指摘の点はよくわかる。河床が低下すると同じ流量でも同じ流入量を期待できないという点はご指摘のとおりである。まだ影響は出ていないかもしれないが、河道断面の比較情報が見つかっていない。3S、Se Kong についてもご指摘のとおりで可能な限り関連情報を確認し整理する。(元木)
- 分析の内容やツールについては専門ではないので詳しくは分からないが、気になった点はリスク要因に関してである。記載されている３つのリスク要因に関して、どのパラメータが優位であるかについて、今後の調査でどこまでわかるかが気になった。課題や対策が並列的になっており、対策については、流域の体制や外交などと言った点にいきなりジャンプしているように感じる。(大塚)
- せっかくここまで調査して、いきなり大きなところまでジャンプしてもよいのか、一方、詳細な調査ができないという制約もあるので、リスク要因を更に精緻化することができるのか意見を伺いたい。(大塚)
  - ➢ 定量的な分析について、本調査内での精緻化は困難である。リスク要因に関係するパラメータの中でどれが優位であるかの根拠づけはいささか難しいと思う。考えらえる緩和策、パラメータについてはインテリムレポートに加えたい。恐らくこれが有意な（支配的な）パラメータであろうというレベルまではできたとしても、ファイナルレポートの段階でも、精緻化は困難と考えている。(元木)
- IPCC で行っているピアレビューのようなものまではできるのではないかと思う。どういった研究、論争があって、これらがどの程度まで確からしいのか、更に何の研究が必要なのか

といったことがわかるようにまとめられると有益である。(大塚)

- 関連研究、論文などを調べているが、これらの情報をまとめる方向で進めたい。(元木)
- スライド P24 の図は最新ではなく、Lower Se San 2 はすでにできている。当初 Lower Sesan 2 を建設せずに、上流側に緑色で示されたダム 2 基を建設するという議論もあって、この評価を USAID の支援で実施したが、この調査に協力したことがある。これにもかかわらず、Lower Se San 2 が建設された。この背景のもと、Lower Sesan 2 Dam で、何らかの対策をハード的、ソフト的にできるのかというのが一つの議論である。また、(まだ本川合流点への出口が空いている) Se Kong 川流域で何ができるのかというのがもう一つのオプションである。(角)
- これらは本川にも近く、日本としても協力の成果が見えやすい場所でもあることから、重点的に調査できるとよい。(角)
  - 地図については新しいものに更新する。Lower Se San 2 Dam でどのような対策が可能か、そして Se Kong についてもご指摘のとおりと認識しており、3S の扱いは重要なので情報収集を続ける。(元木)
- 第一印象として、MRC はしっかりしていると感じた。調査能力、調整能力ともにしっかりしていると思うので、ここに対する支援が効果的かと思う。このために、MRC 自身がどのような支援を求めているかがより詳しくわかると、流域の利害調整や持続的な発展のためのより適切な貢献ができる。(山崎)
- 個別事例でどこにトレードオフ、ウィン-ウィンの関係にあるのか、少しずつ見えていると思う。これが複雑に絡まっていて、1 か所の影響が他にも及ぶということであるので、田中委員のご指摘のとおり図化をお願いしたい。システムダイナミクスモデルという、フローチャートでつなぐ方法がある。複雑なものの関係性を見るうえで、これを利用できるかもしれない。(山崎)
  - ご指摘の点を認識して進める。見せ方の面で十分な工夫をできていなかった。分析、理解のためには工夫が必要である。関連性を示すための工夫も十分ではなく検討する。(元木)
- トンレサップへの逆流をどうするかという点が気になる。洪水流量が下がり、低水流量が増えるのは、農業生産向上にも貢献するが、漁業とトレードオフになる。トンレサップに構造物を建設するという話があったが、これがどういったものか見えなかった。構造物で流量は増えても、漁業には負の影響があるかもしれないので、構造物を提案するのであれば環境面への影響などと合わせて議論する必要がある。(山崎)
  - 構造物は連続性を損なうことになるので、評価、注意が必要である。逆流を増やすためには流入量を増やす必要があるが、下流域(デルタに位置するカンボジアの低平地など)では洪水による負の影響もあり、諸要因の評価が必要である。(元木)
- MRC は今後 20 年先までは影響を評価できていると思うが、河床低下まで想定されているのかといった点や、ダムの所有権が事業者から国に移転されるときに、貯水池堆砂が進んだダムが移転されるといった問題もあるかもしれない。持続可能性を評価する際に、20 年よりも更に先を見据えた提案ができるとよい。これに我が国の技術、知見を利用できると日本の強

みになる。(山崎)

- MRC 報告書には 2040 年以降には言及されていないが、背後の問題に様々なものがある。ダムのコンセッションの移転、ダムの延命化などさまざまなことを考えないといけない。まさに、日本の知見と経験を生かすことのできる課題である。これまでの JICA の IWRM の知見を活かし、貢献できるテーマだと認識している。(元木)

- ダム再生の話が出た。現在、土木学会で日本のインフラの強みの話をしていて、ダム再生に関しては私の記事が 11 月号に掲載される。ここではナムグムのダム再生の話を記載した。ダム再生には発電もあるし、洪水対応、環境改善などのマルチな提案が含まれる。これは日本での経験、技術があるから提案できるものである。日本の協力として提案できるとよい。全ては実施できないので、特にこの分野の効果が高そうだ、というところを見極める必要がある。(角)
  - ご指摘の問題意識をもって調査を進める。どのような効果があるかについては引き続き助言をいただきたい。(本調査で参照すべき) 日本のダム再生のさまざまな動きに関しても、引き続きご教示をお願いしたい。(元木)
- 水を利用している住民の視点から気になる点がいくつかある。表 4.6.1～2 に関して住民移転の話がある。ダム建設により負の影響を受ける住民のケアとしての緩和策が挙げられている。私の研究対象のカンボジアでは、事業者や政府がやるといっても、十分な補償や職業訓練が行われていない。ラオスではこれが十分に行われているのか、課題があれば教えてほしい。(濱崎)
- 今後の案件形成に関して、3S のラタナキリ(カンボジア)に行った際、住民はダムが必要であることは理解している、ただし恩恵を受けるのは都市部の人間だけで、我々には便益がないと話していた。これらの負の影響緩和のための環境整備についても日本としてできることがあると思う。(濱崎)
  - ラオスの現状については十分把握できていない点もある。ラオスのこれまでの環境配慮は不十分であったと聞いている。移転後の生計向上、福利厚生など詳細情報は入手できていない。Lower Se San 2 Dam では住民数人に対してインタビューした。その際には様々な不満を聞いた。政府としては住宅、土地(農耕地)の供与など一定の対策は行っていたが、メコン河の水に頼っていた住民にとっては生計手段が変わり問題が起きていた。我が国として環境配慮の支援をどうできるか、本来はダム建設案件のなかで対策実施が必要なものもあり、検討が必要である。(元木)
  - Lower Se San 2 Dam では、これまで半自給自足で生活していた人が貨幣経済に巻き込まれることによって、これに必要な収入を確保できないことが不満の原因になっていた。ラオスでも様々な問題があると聞いている。本調査では個々のダムの EIA レベルの問題というよりは、全体面を見ていたので、今後は個々のケースについても見てみたい。(奥田)
- 本川、支川でダム建設が進むという状況下、住民に対するケアの一般化、評価、対策が必要である。(濱崎)
  - Joint Environmental Monitoring に関して、Xayaburi、Don Sahong では GIZ の支援で実

施されている。ここで得られた知見を支川に展開するという話もあり、動きを注視している。モニタリング結果など、MRC のホームページを見る限りでは、まだ情報が公開されていないようである。（元木）

- 私の元学生で、タイのコンサルタント会社で働いている人がおり、Xayaburi に関与している。Joint Environmental Monitoring を他のダムに展開する際に、日本のモニタリング技術の面でも貢献できることがあると思うのでフォローしてもらいたい。（角）
- メコンのダム建設の目的は、水力発電でありエネルギーの増強である。これらは経済発展のためである。水力発電はカーボンニュートラルには貢献する。Sambor Dam は 10 年中断という話があるが、この背景には他のエネルギーと比較して優位ではないという話もある。エネルギー源としての評価がどう変わるか、この中で発電ダムの位置づけがどう変わってゆくかについても、本調査において評価するのか？（角）
  - 各国のエネルギー政策についても情報収集している。最近 IPCC 報告書も出たが、将来的に水力発電がどう位置づけられるかは重要な点である。再エネのコストも下がっている。メコン流域でも水力の位置づけが変化してきている。Stimson Center も分析報告書を出しており、この視点は重要である。この調査で深い検討は困難かと思うが、情報整理を行う。（元木）
- 日本でもこれは大きな問題である。太陽光は昼間発電するが、これを埋め合わせる手段として水力の価値が再評価されている。こういった社会の変化を見た時のメコンの既存ダム、新規ダムについて、エネルギーセクターとしての視点、評価が必要であり、日本側の協力としての鍵になるかもしれない。（角）
  - エネルギー政策についてインセプションレポートには示したが、その後踏み込んだ情報収集を行えていない。最近の気候変動もふまえたきめ細かい趨勢の把握が必要であり努力する。（元木）
- 課題として忘れずに評価してもらえるとよい。（角）
- 水力のカーボンニュートラルへの貢献の視点も必要であるが、中国やラオスの水力による電力供給先は自国に限らない。年々、電力輸出量が増えており、自国のエネルギーを満たすためではなく外貨獲得手段になっている。この点についての認識が重要であるとともに、これがメコンの特徴ともいえる。エネルギー政策に踏み込むのであれば、この点も評価して報告書に記入する必要がある。（大塚）
  - ラオスは自国の需要を超えてダム建設による水力開発を進めている。市場の動向がエネルギー政策とともにどう変化するかは水資源管理にも大きく影響する。情報として整理するので、改めて相談させてほしい。（元木）
- 優先課題選定のプロセスに関して、レポートの流れとしては飛躍がある。若干の恣意性のようなものがみえる。今回は中間段階の報告書であるので、今後分かりやすく説明されるかもしれないが、結果としてどうして３つを選んだのかを説明しないといけない。調査の方向性については JICA に対する質問にもなるが、最終的なアプローチは JICA で対応できるものにすると小粒になるかもしれない。そうではなく、大きな視点で提案するということであれば、他のドナー、国など外に向けても発信して、他でもできないかと提案できるようなプラット

フォームのようなものができれば美しい。プラットフォームは日本でやらなくても、MRC においてもよい。（田中）

- 日本は国際機関にも多額の資金を出しているので、国際機関にもこれをやってほしいということを呼びかけることができる。例えばトンレサップについて、地球環境部の管轄分野に限定するのではなく、プログラムとしてより包括的に提案する方法もあるので検討してほしい。（田中）
  - ご指摘のとおりである。JICA 内でも JICA のリソースだけでやるというより、他のパートナーと組んでやろうという方向で協力の舵が変化している。他のドナーとの連携の意識も高まっている。より大きなインパクトを出す方向で進めたい。日本がプラットフォームをつくって運営するのは困難かもしれないが、メコンは既存の枠組みもあるので、これにどうフックを掛けるかという視点でも検討したい。日本の協力という点と、大きな視点の双方で検討する。（松本）
- 田中委員のご意見に賛成である。インセプションレポートの時にも議論した様に大風呂敷を広げた議論に基づいて、JICA ができる協力の方向性をまとめ、その中でダムの運用改善に焦点を当てるとよい。（大塚）
- LMC については国際協力の仕組みの一つとして報告書に記載され、カンボジアや MRC との議論でも言及されているが、現実を直視すると、LMC と MRC の協力が重要になるのが現実的な方向性として見えてきている。中国も LMC のポータルサイトを立ち上げて、情報共有を進めている。中国は日米と異なり、下流各国と強い相互依存関係があり、直接的なステークホルダーになっている。日米中という視点ではない言及が必要である。中国に関する調査にあまり言及されていないが、これをどうするか伺いたい。（大塚）
  - 中国の調査はオンラインで実施するしかない。これまで清華大学の水利水電系の先生方、中央財経大の先生方にヒアリングした。優先的な課題に関して中国に対する情報収集を考えている。清華大学の田先生は LMC との関係も深く、再度ヒアリングを考えている。中央財経大は ESG 投資に関する制度設計も行っており、取っかかりと考えている。（元木）
- 国内で ESG に関するヒアリングを行うことになっているが、実際にメコン流域で水力開発を行っているのは、中国、韓国など多国籍である。本来はメコンの投資家に対するヒアリング調査ができるとよいが、日本企業相手だと、国際的な投資の考え方につながるヒアリングができればよい。（大塚）
- グローバルな金融と経済の動きとして、投資家にもグリーンな投資や、サプライも含めたカーボンニュートラルが求められている。東南アジアのものづくりをグリーンに変えるチャンスである。脱炭素を見るだけではなく、生物多様性、生態系も含めて議論できるとよい。中国が国際的な金融的、経済的な動きにどの程度のってくるのかが見えない。投資家が TCFD（Task Force on Climate-related Financial Disclosures）、TNFD（Task Force for Nature-Related Financial Disclosure）にどれだけ目を向けているかが見えるとよい。投資家側の思惑も調べてもらえるとよい。（山崎）
  - 中央財経大に対するインタビューのヒントをいただいた。ご指摘の点に留意にしてヒア

リングを進める。(元木)

- JASTIP に関して、来年 3 月 7 日に、メコンだけが対象というわけではないがオンラインでシンポジウムを実施する。メコンについても JICA あるいは調査団から話題提供してほしい。ASEAN 各国にとっても参考になると思う。(角)
  - 今日は重要なご指摘、アドバイスをいただいた。今後の調査はオンラインで進めることになるが、情報収集を進めたうえで次回報告書を作成するので、ご意見を改めて賜りたい。本日は、参加頂き誠に有難うございました。(宇野)

以上

東南アジア地域
メコン河流域における環境社会に配慮したダム運用に係る情報収集・確認調査
第３回国内支援委員会議事録

日時：　2022 年 1 月 25 日（火）9:30～11:40
方法：　Zoom 利用によるウェブ会議
参加者：　国内支援委員会：山崎、大塚、濱崎、田中、角
(敬称略)　JICA；松本、永田、大塚、加治、濱野、宇野
（その他、JICA 本部の地域部、課題部、JICA 各国事務所よりオブザーバ参加あり）
日本工営；元木、植松、奥田、大野、王、勝濵

利用資料：
1. メコン河流域における環境社会に配慮したダム運用に係る情報収集・確認調査 第３回国内支援委員会　議事次第
2. 第３回国内支援委員会 ドラフトファイナルレポート 説明協議 PPT プレゼンテーション

【議事内容】

宇野企画役からの参加者紹介に続き、以下のとおり松本次長より挨拶が行われた：

- 本調査に対する協力について感謝申し上げる。
- 今回の調査の限界と次のステップに関して、当初の予定がコロナの影響によって変更になり、ほぼオンラインでの調査になった。特に流域各国機関との協議を十分に行うことができなかった。次の段階として、これらの機関との丁寧な協議が必要である。本報告書はあくまでも日本側のたたき台である。
- 調査後のプロセスでも国内支援委員会の先生方の支援をお願いしたい。JICA ではパートナーとも協力して様々な形で働きかけ、複雑な問題に取り組んでいる。メコンについては長い目で見た取り組みと、多様な関係者との協力が重要である。

これに続いて、宇野企画役から以下のとおり経緯説明があった：

- 昨年 9 月 10 日の第 2 回国内支援委員会では課題分析報告書について説明した。
- その後、関係機関に対してヒアリング調査を行った。他に、MRC の Regional Stakeholder Forum や Lancang-Mekong Water Resources Cooperation Forum にも参加した。ヒアリングの協力を得られなかった機関もあった。
- 焦点を絞った検討が必要との議論に基づいて、トンレサップ湖とメコンデルタに関しては課題の深堀をおこなったが、JICA にとってこの 2 地域に対する支援が適切であるか、更に検討を行った。その結果、この 2 地域から得られた多くの教訓にも基づいて、流域全体について見直した。

引き続き、業務主任の元木（日本工営（株））よりドラフトファイナルレポートの内容について

説明するとともに、以下のとおり意見交換した：

- ７章～８章に関して、焦点を絞る方が良いのではという意見と、全体を俯瞰した方が良いという意見に従って調査を進めたことについて理解した。末永くという視点と、スピード感を要する、すなわち今やらないと間に合わないといけないものについて、取捨選択して実施する必要がある。例えば、Sekong については、もう間に合わないかもしれないが自然流況の死守が必要という視点がある。（角）
- 日本の優位性について、日本の技術をどうメコンに適用できるのか、あるいは日本の知見、日本の流域で経験してきたことで適用できるものはないか、という視点でまとめて流域各国に伝えられるとよいかと思う。日本は世界の中でも先端的な経験を持っている。メコンでは 100 年スケールで起きていることが、日本では 10～20 年で起きた。（角）
- 流域土砂管理マスタープラン（MP）は重要である。日本の経験を利用できる。実施にあたっては、MRC などカウンターパートとの関係構築が重要である。（角）
- 一方、河床低下、地盤沈下、塩水遡上などの問題は、主にベトナム一国に対するものである。これについては、私の研究室の研究成果（論博）も利用できる。（角）
- Sekong については緊急対処が必要である。報告書で強調する。（元木）
- 日本の強みについては、ハード、ソフトの両面について報告書にまとめる。（元木）
- 我が国の流砂系の情報、経験については膨大なものがある。これらを紹介するとともに、データの蓄積を含め、分かりやすく説明したい。（元木）
- ベトナムとの関係についても整理する。（元木）
- 協力方針案策定にあたっての我が国の立場、リソースについて触れられているが、報告書の各所に分散して記載されているためとらえづらい。報告書は JICA と相談して作成したと思うが、我々のような外部の者でも、協力方針案がどのようにとりまとめられたかがわかるとよい。海外のステークホルダーに持ち込む際にも、検討の過程がわかる方が良い。例えば中国は原理原則を重視するので、この検討過程が明らかであれば議論しやすい。（大塚）
- 因果関係が複雑な問題を明らかにすることは重要であるが、これが明らかにならなくても事業を進めないといけないという現実がある。複雑な問題については順応的管理を避けることはできず、このための情報が必要であるという流れを位置付けられるとよい。（大塚）
- 行動変容については何となくわかるが、誰に対する行動変容かがあいまいな面がある。マルチステークホルダーだと思うが、従来の政府機関に加えて最近では投資家などがある。これらに対して行動変容を促すロジックを見せられるとよい。マッチングについてはどこまで重要か疑問に思う面がある。今回提案した各案件で、重要と思われるステークホルダーを初期から巻き込むことが行動変容にもつながる、ということを念頭におくとよい。（大塚）
- 報告書に関して協力案件に結び付ける説明がアドホック的というご指摘について、特に 6 章から 7 章への流れについて改善が必要と考えている。JICA とも相談して改善する。（元木）
- 順応的管理の重要性は認識している。（元木）
- 生態系に関しては順応的管理が重要である。他の面についても、原因と結果だけでとらえることは困難である。（奥田）
- 行動変容を求める対象が不明瞭と言う点に関して、関連するステークホルダーを対策策定の

初期段階から巻き込むことを意識して協力案件の内容を検討する。ダム投資家、ダム管理者などのアクターについて、どのようなロジックで行動変容を促せるかを整理したい。（元木）

- ステークホルダーのマッチングの在り方に関しては JICA とも相談する。本調査では関係者の意見を十分に聴取できていない。緊急対応を要するもの、長期的なものについてもう少し整理できると、流域の関係機関と協議しやすくなる。各ドナーの位置づけや関連計画をマッピングして、参考資料のようなものを作成できないか議論している。（元木）
- 方針案が明確でない点については、流れを伝えられるように検討が必要である。どこか 1 か国、特定の流域国が非難されるような伝え方はいけないと考えている。検討して最終報告書に反映する。（宇野）
- 報告書の提案は何らかの介入を行うための土台になるものであるが、主語が欠落しているものがあることが気になる。計画を策定するといったことは聞こえが良いが主語が欠落しており、誰がやるのかという議論になると、「それは無理でしょう」となる可能性もある。介入策のいくつかは、現実的に不可能なものもあるかもしれない。（田中）
- ８章で協力案件を４つに分類している。最初の「情報整備」は誰しもがまず思いつくことである。欠けているものは無限にあるが、ある情報が本当に意思決定に必要かという面がある。情報整備の先、何につながるのかを考えることが重要である。（田中）
- 前述の２点を踏まえると、８章に４つのアプローチとして整理している点について、これを横串とする場合、例えば縦串を土砂管理にした場合、誰が何を行い、どことどこでコンフリクトが生じるのかなどの分類や、課題ごとのロードマップを示すことができるとよい。Theory of Change でロードマップを示そうとしているが、全ての課題を一つの表で示そうとすると、結局よくわからない一般論になってしまう。形式にとらわれず、少なくとも重要なものについては、ロードマップを時系列で示す、JICA としてここをやるということを示すことができると、他機関に対しても説得力のあるものになる。（田中）
- 全体的にボリュームが多く、何が明らかになったのかが見えにくい。特に、ロードマップは図で示すことにつとめてほしい。多忙な先方政府、MRC 職員に報告書を読んでもらうことは困難であり、ボリュームを絞る努力を行ってほしい。（田中）
- “Water in the Shadow of Conflict”（右記 PDF の P20; https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/36090/9781464817465.pdf?sequence=9&isAllowed=y ）の例のように、イラストなどを利用した説明はわかりやすい。こういった努力も有効であり、意識してまとめてほしい。（田中）
- 田中委員のご指摘は全て痛感している。主語、国際河川の困難な点など、深堀して改善する。（元木）
- 情報整備についてもご指摘のとおりである。行動変容につながるかどうかを考えることが必要である。見直しを行う。（元木）
- ロードマップに関しても、現状では内容を羅列しただけになっている。実施スケジュールはたたきにもなっていない状況であり、課題の解決がグランドデザインの実現に繋がる道筋に着目してロードマップを示す必要がある。Theory of Change の見せ方についても検討する。（元木）

- ボリュームが多い点についても、結論を簡潔にアピールする工夫ができていないことを意識している。ビジュアルにわかりやすくする必要がある。JICA とも協議して改善したい。(元木)
- ７章の課題分析に関しては、①本川、②支川に分けて考えている一方、８章の協力方針では本川と支川をあまり意識していないと感じた。行動変容に関して本川であれば越境問題は示されたものでよいが、支川については 3S 以外については１か国内のものであって MRC では議論されない。日本では各河川において流域計画を作って管理しているが、例えばカンボジアにはこれがない。整備が及んでいない面がある中で、越境水系とは違う面がある。ワークショップについても MRC 職員などを対象にした越境水系に関するものと、１か国内を対象にして河川計画策定能力の育成を図るものがある。これらを分けて考えられるとよい。(濱崎)

＜濱崎委員の追加説明＞　（1 月 27 日付メイル交信からの引用）----------

MRC もあり国際的な注目も集まる本川とは違い、支川の管理はかなりないがしろになっています。お話ししたとおり, 日本のような水利権もないので量的な管理はされていませんし、一方で主に中国資本のダムがラオスだけでなくカンボジアでも乱立しようとしています。本川は国際河川ですので、ダムを造るにも流域国だけでなく援助している先進国や NGO などさまざまな関係者が目を光らせています。一方で、国内完結の支川は，基本は当該国の主権でダム建設・運用は進められますが、聞くところによれば，環境アセスメントが形式だけ行われて魚類等の生態系への影響が既に出始めているケースや、住民に対する補償もほとんどないままに強制移住させられる事例も散見されるようです。そして多くの支川がメコン本川へと流れ込んでいます。ひとつひとつの支川におけるそうしたダムによる影響が本川に与えるインパクトは軽微かもしれません。ですが、まさにコレクティブインパクトで、多くの支川で同じようなずさんなダム建設・運用が行われれば、いずれ本川にも顕著な異変が起こりかねないと危惧しています。また、こうした視点は統合的水資源管理（IWRM）にも通じるところであり、言及しておく必要があると感じて補足申し上げました。

そのような観点で、本川や越境支川については, MRC や NMC の職員を中心としたワークショップや人材育成を進めてほしいと思いますし、支川については本川を意識した河川管理の方法論や 関連する国内法・制度の整備などについて国や州レベルの高級地方公務員に学んでもらえる機会と意見交換できるワークショップがあるとよいと感じました。

- 問題によっては本支川を一体的にとらえる必要がある。一方、支川ごとに取り組むことのできる課題もある。本調査では越境問題に焦点をあてており、１か国内の課題については十分に言及できていない。(元木)
- ご指摘の点はそのとおりである。JICA だけでは全ての課題に対応できないため、当初より Collective Impact を考えてきた。調査団とも協議してファイナルレポートへの記載について検討する。(宇野)
- 最も重要なことは、メコンの問題が非常に複雑であることを明らかにしてリスト化したことである。この複雑であるということをうまく伝えられるとよい。俯瞰したうえでクリティカ

ルな問題を抽出して、１枚の絵や１つの章でこの解決手順を示すことが重要である。これができるとインパクトのあるものになる。(山崎)

- 日本ができることが何であるかをしっかり意識しないと、アメリカやヨーロッパ、中国と差別化することができない。日本のここが強いということを示すことができると、日本と一緒にやろうと言ってもらえる。どうやれば、流域関係国だけではなく、アメリカやヨーロッパとも一緒に取り組むことができるかを示せるとよい。(山崎)
- 協力方針案３つ目の緩和策の具体的促進案がまだ見えていない感じがある。緩和策、適応策が何かを明確に示したうえで、必要のないダムの開発を抑止する、あるいはすでに開発されたダムをどう改善するといったロードマップについて、ステークホルダーを含めて明確に示せるとよい。(山崎)
- 本川と支川に大きなダムができると、洪水時のピーク流量減少を避けることはできない。一方、長期的視点で見ると、メコンでは気候変動に伴ってピーク流量が増加するが、ダムはこれを緩和する方向に働く。ダム開発による便益と負の影響の双方を考慮した緩和策と適応策があると思う。(山崎)
- 英文サマリーを作成するうえで、日本ができることを意識した資料にする。(元木)
- 具体的緩和策、適応策については、十分に整理できていないことを認識している。どこに働きかけて、どういった主体で実施するか検討し、改善したい。(元木)
- 緩和策、適応策については理想的なものを提案する傾向にあるが、あきらめないといけないことも出てくる。ここまではあきらめないといけないということを示したうえで、なるべく影響を抑えるものが適応策になる。(山崎)
  - この見極めについて、本調査では重要な情報に手が届いていない面がある。可能な限り落とし込みたいが限界がある。(元木)
- 洪水のピーク流量対応を含む気候変動に関してはご指摘のとおりで、研究テーマとしても重要である。(元木)
- ダムが多数建設されて流況が変わるという点に関して、キーワードは洪水も土砂も過剰に貯めないということである。便益を得つつ影響を抑えるためには、過剰に貯めないということである。ただし、多数のダムがあるので、ダム毎にメリハリがあってもよい。総論で議論しても解決できないので、日本の知見も生かした目の覚めるような提案ができるとよい。土砂と水をどうミックスさせて河道を維持するかというメッセージを出してほしい。(角)
- 一般的提案になるが、本調査は現地に行けずまとめているという制約があるものの、定量化について恐れず大胆にまとめてもよい。世銀では衛星データやオープンストリートマップなどを利用して粗々でまとめている。議論はあるが、数字は説得力を持っている。日本のコンサルタントも技術は有しているが慎重であり、損している面もある。(田中)
- 報告書のまとめ方については松本次長からもコメントをいただいている。どこで対策を実施すれば効果があるという大きな視点から、数字も利用して説得力をもたせることは重要である。検討のうえで省いた資料もあるが、団内でも協議して対応する。(元木)
- 委員の皆様のご指摘はそのとおりというものが多かった。大塚委員、田中委員のご指摘のとおり、情報の正確性を求める点と、大胆に定量化して因果関係を明確化することが重要だと

考えている。一方、大胆なデータ整理であるがゆえに、非難される側が正確でないことを理由として行動変容につながらないといったことも考えられる。わからない中でどう判断するか、順応的管理については明確にできていなかったので、書き込まないといけないと思う。（永田）

- 角委員や山崎委員のご指摘のとおり、緊急対応を要するものについては、特出しして明確に説明する必要がある。（永田）
- 田中委員ご指摘の、どのようなプロセスで課題を改善するかを明らかにしないといけないという点についてもそのとおりである。Theory of Change（TOC）は全体を考えて記載したものであるが、課題ごとに TOC を書くことができると思う。報告書に反映させて、時系列で表現したい。（永田）
- 濱崎委員ご指摘の支川で完結する事項についても本調査を通じて理解が進んでいる。支川で生じている課題についても報告書で触れる必要がある。（永田）
- 流砂系のマスタープラン（MP）について、これだけ多数のダムができている中で、日本でも低いコストで排砂する対策は困難である。MP を策定することによって、現実的にメコンの土砂問題の解決に導く方策があるのか？（永田）
  - 完璧な解決策は持っていない。一方、世の中は刻々と変わっている。ヨーロッパではライン川再生のために土砂を供給する動きが始まっている。発電事業者が掃流砂を下流に供給する必要がある、という議論が盛り上がってきている。日本はダムの長寿命化、海岸浸食防止という概念から排砂が始まったが、その後河道維持の観点からの議論も行われるようになった。メコンではこれらが同時に起こっている。この議論のためにも MP が必要であり、定量化や関係者の可視化が必要である。ただし、魂が必要である。誰が何をやるかの検討が必要であり、このプロセスを踏んでほしい。（角）
- MP だけではなく、効果がありそうなことについて、実際に対応してゆくことも重要と考えている。（永田）
  - メコン全体を見ると難しいかもしれないが、個々のダムに焦点をあてるとできることが見えてくる。インドネシアのブランタス河でも検討が始まっている。（角）
- ご意見に感謝する。国内支援委員会は今回が最後である。最終報告書をまとめて、これを皆様に提供する。現地協議が不十分な面があり、これからがスタートになる。各国の JICA 事務所とも協議のうえ、次のステップに進むことになる。その際にも委員の皆様には協力をお願いしたい。（宇野）

以上

【会議中の Zoom チャットでのやり取り】

- 松本次長の説明を踏まえると、本レポートの target audience は日本内部（メコン流域国や MRC にはお披露目しない）ということでしょうか？（田中）
  - 田中委員、レポートについては英語で要約は作成の予定でおります。また、協力方針案につきまして、MRC 等と意見交換を行っていきたいと考えております。大々的に流域各国へのお披露目を一同に行うというより、まずは各国との丁寧な会話かと考えておりま

す。が、その点含めてご指摘ご意見お願いいたします。(宇野)

- 了解しました。有難うございます。(田中)

- 時間がないかもしれませんので、ドラフトに関するコメントを書いておきます。１．中国の環境行政部門は、いまは「生態環境部」となっています。２．トンレサップ湖の章で、各国・国際ドナーの協力状況に関する記載が見当たりませんでした(メコンデルタではありました)３グランドデザインの図で、「資金及び人材」というくくり方でよいのでしょうか？「便益配分メカニズム」と人材のつながりが理解しにくかったものですから。以上です。(大塚・アジ研)
- 終わりが近づいているので私からも追加でひとつコメントを残しておきます．ダムによるピーク流量の調整については言及がありましたが，反対に渇水への適応策・緩和策が少ないと感じました（警報システム開発のみ)．水力発電用のダムの運用でどこまでできるか私の知識ではわからないのですが，今年まで３年続けて深刻な渇水が続いていますし，渇水が深刻化すると発電すらままならず電力供給がひっ迫することもあります．もし余裕があればご検討くださると幸いです．(濱崎)
- 永田さんの話を聞いていて、「全員が幸せになれるようなAll Winの解決策がないだろうか？」という Question が JICA としてのプロジェクトの根底にあるのでは？と思いました。中立的・科学的の意見できるという日本の立場とマッチしていてよい意見の提案スタンスではと感じたところです、(山崎)

以上

添付資料Ｅ

研究者リスト

東南アジア地域

メコン河流域における環境社会に配慮したダム運用に係る情報収集・確認調査

添付資料 E

研究者リスト

(2022 年 3 月現在)

1. Researchers in Member Countries and Other Asian Countries

Country	Name	Affiliation	Title	Area
i. Laos				
	Palikone Thalongsengchanh	National University of Laos, Laos	Associate Professor	
	Keoduangchai Keokhamphui	National University of Laos, Laos	Professor	Meteorology and Hydrology
ii. Thailand				
	Chaiyuth Sukhsri	Chulalongkorn University, Thailand	Associate Professor	Water Resource
	Carl Middleton	Chulalongkorn University, Thailand	Director of the Center for Social Development Studies	Politics and policy of the environment in Southeast Asia
	Watanachai Smittakorn	Chulalongkorn University, Thailand	Assistant Professor	Structural Engineering
	Piti Srisangnam	Chulalongkorn University, Thailand	Assistant Professor	Economics, Author of "ARCID China Policy Brief, Volume 2, No.1 2019"
	Siriporn Wajjwalku	Mae Fah Luang University, Thailand	Associate Professor	International Relations
	Lee Lai To	Mae Fah Luang University, Thailand	Senior Professor	
	Leonie Pearson	Stockholm Environment Institute, Sweden	Senior Research Fellow, water	Sustainability research, public policy and collaborative engagement
	Thanapon Piman	Stockholm Environment Institute-Asia Centre	Research Fellow,	
	Tuanthong Jutagate,	Ubon Ratchatani University, Thailand	Lecturer	Fishery

Country	Name	Affiliation	Title	Area
iii. Cambodia				
	Sith Ratino	Institute of Technology of Cambodia (ITC), Cambodia	Researcher, Lecturer, Faculty of Hydrology and Water Resources Engineering	Watershed monitoring and modelling
	Sok Serey	Royal University of Phnom Penh, Research Office, Cambodia	Professor	Human geography
	Sokhem Pech	Cambodia Development Resource Institute	Executive Director	Environmental Policies
	Mak Sithirith	Cambodia Development Resource Institute (CDRI)	Research Fellow	Tonle Sap, Lower Mekong
	So Nam	Inland Fisheries Research and Development Institute, Fisheries Administration, Phnom Penh, Cambodia	Adjunct Professor and Director	Fish, Cambodia
	Chantha Oeurng	Institute of Technology of Cambodia, Phnom Penh, Cambodia	Postdoctoral Scholar at Univ. California at Berkley	Sediment
iv. Vietnam				
	Tran Ba Hoang	Southern Institute of Water Resources Research (SIWRR), Vietnam	President	
	Tang Duc Thang	Southern Institute of Water Resources Research (SIWRR), Vietnam		
	To Quan Toan	Southern Institute of Water Resources Research (SIWRR), Vietnam		
	Trieu Anh Ngoc	Thuyloi University, Vietnam		
	Le Anh Tuan	Dragon Institute, Can Tho University		
	Dang Kieu Nhan	Mekong Institute, Can Tho University, Vietnam	Director	agriculture (water use efficiency in farming)
	Hong Quan Nguyen	Vietnam National University, Ho Chi Minh city, Vietnam	Associate professor	water management, land use policy in Vietnam, Mekong delta

Country	Name	Affiliation	Title	Area
v. China				
	Guangheng Ni	Tsinghua University, China	Professor Director, Institute of Hydrology and Water Resources	
	Tian Fuqiang	Tsinghua University, China	Associate Prof. Director, Institute of Hydrology and Water Resources	Hydrological mechanism and forecast of river basin. Water resources management of trans-border rivers.
	He Daming	Asian International River Center, Yunnan University, China	Professor	
	Jianshi Zhao	Tsinghua University, China	Professor	Water Resources
	Bi Shihong	Asian International River Center, Yunnan University, China	Professor	
	Bin Kang	Asian International River Center, Yunnan University, China	Professor	
	Ying Lu	Asian International Rivers Centre, Yunnan University, China		Environment
	Hui Fan	Asian International Rivers Centre, Yunnan University, China	Professor	Soil, environment, and water science
	Ang Chen	Department of Production & Technology, Yangtze Ecology and Environment Co., Ltd., Wuhan		China

2. Researchers in Japan

Country	Name	Affiliation	Title	Area
Japan				
	Kensaku Amano	Sociology Department, Yamato University, Japan	Professor	Transboundary water resources management
	Tetsuya Sumi	Kyoto University, Japan	Professor	Water resources management, Sediment transport, River hydraulics, fluvial geomorphology,
	Koji Kitamura	National Agricultural Research Organization (NARO), Japan	Head of Institute for Rural Engineering	Agriculture and Irrigation
	Dai Yamazaki	University of Tokyo, Japan	Associate Professor	Global hydrodynamics: modelling, remote sensing, data integration
	Mikiyasu Nakayama	University of Tokyo, Japan	Emeritus Professor	International cooperation studies, Natural resources and environment, international resources and environmental studies
	Hironori Hamazaki	Nagasaki University, Japan	Associate Professor	Water resources managementIWRMwater governancewater security
	Satoru Matsumoto	Hosei University, Japan	Professor	Institutions, effects, and impacts of development assistance, regional studies in the Mekong River Basin, development and environment (natural and social environment)
	Yukio Tanaka	World Bank	Senior Water Resources Specialist	International River Management
	Kenji Otsuka	Institute of Development Economies, Japan External Trade Organization, Japan	Director, Senior Research Fellow	Environmental Problems, and Social Change in China, Environmental Policy Process, River basin Governance, NGO and Community

Country				
	Name	**Affiliation**	**Title**	**Area**
	Yoshiki Saito	Estuary Research Center, Shimane University, Japan	Professor	Coastal sedimentology, sedimentary geology
	So Kazama	Tohoku University, Japan	Professor	Hydrology, Water Resources Engineering, Hydraulic Engineering

3. Researchers in the US and European Countries

Research Field				
	Name	**Affiliation**	**Title**	**Area**
i. Biodiversity and Environmental and Social Impact Issues				
	Seungho Lee	Division of International Studies, Korea University		Benefit Sharing
	Jeremy Carew-Reid	ICEM Australia	Director General	EIA, biodiversity
	Patricia Wouters	Dundee UNESCO Centre for Water Law, Policyand Science, University of Dundee	Professor	Environmental law
	Gordon W Holtgrieve	University of Washington, USA	Assistant Professor	Ecosystem Ecology
ii. Hydrology, Hydraulics, Water Resources Management and Dam Engineering, etc.				
	Yadu Pokhel	Michigan State University, USA	Professor	
	Michael E. McClain	Department of Water Resources and Ecosystems, IHE Delft Institute for Water Education	Professor of Ecohydrology	Ecohydrology, China
	Guillaume Lacombe	International Water Management Institute	Senior Researcher	Hydrology
	Robyn Johnston	International Water Management Institute		Simulation
	Philip Hirsch	University of Sydney	Emeritus Professor	Natural Resources Governance (Mekong)
	Olli Varis	Water Resources Laboratory, Helsinki University of Technology, Finland	Professor of Water Resources Management	Water Resources Management
	Alan Basist	Eyes on Earth	President	Climate science (climate and hydrological analyses)

Research Field				
	Name	**Affiliation**	**Title**	**Area**
	Fulco Ludwig	Wageningen University, Netherland	Professor	Water and Climate Change
	Mauricio E. Arias	University of South Florida, USA	Assistant Professor	Water Resources Sustainability
	J. Paul Liu	Department of Marine, Earth & Atmospheric Sciences, North Carolina State University	Professor	
iii. Fishery and Ecology				
	John L. Sabo	Future H2O, Knowledge Enterprise Development, Arizona State University	Director	Ecology
	Eric Baran	World Fish Center	Consultant	Fish
	Ian Baird	Dept. Geography, University of Wisconsin - Madison	Professor of Geography	Political Ecology
	Guy Ziv	School of Geography, University of Leeds	Professor	Ecosystem Services
iv. Sediment Management and Saline Intrusion				
	Philip S. J. Minderhoud	Utrecht University	Researcher	Coastal dynamics, Mekong delta
	G Mathias Kondolf	University of California Berkeley, USA	Professor	Fluvial geomorphology
	George W. Annandale	Golder Associates Inc	Consultant	Reservoir Sedimentation, Sediment transport, hydropower
	Mead Allison	Tulane University, USA	Professor	Sedimentology Coastal Oceanography River Dynamics Delta Science
	Charles Nittrouer	University of Washington, USA	Professor Emeritus	Coastal Environments
	Andrea S. Ogston	University of Washington, USA	Professor	Oceanography
	Sameh Cantoush	Kyoto University, Japan	Associate Professor	Sediment transport, River hydraulics, fluvial geomorphology

Research Field	Name	Affiliation	Title	Area
v. NEXUS, ESG and SDGs, etc.				
	Matti Kummu	Water & Development Research Group, Aalto University, Finland	Associate professor	water-energy-food nexus in Southeast Asian
	Nathaniel Matthews	CGIAR	Program Director, Global Resilience Partnership	Environmental politics, nexus
	Judith Plummer Braeckman	University of Cambridge Institute for Sustainability Leadership (CISL), UK	Senior Research Associate	Hydropower financing
	John Talberth	Center for Sustainable Economy (+World Research Institute)	President	Environmental Economics, USAID Mekong ARCC partner
	Kim Geheb	CGIAR		ESG,
	Brian Eyler	Stimson Center		Energy, Water, and Sustainability, Southeast Asia
	Tira Foran	CSIRO, Australia		Interdisciplinary research for sustainable development
vi. Forestry and Watershed Management				
	Claudia Kuenzer	German Aerospace Center, German Remote Sensing Data Center (DFD) - Department Land Surface	Head of Department, Professor	Remote Sensing
vii. Hydropower and Energy Politics				
	François Molle	Institut de Recherche pour le Développement, France	Research Director	Hydropower politics
	John Dore	Australia's Department of Foreign Affairs and Trade (Bangkok)	Lead Water Specialist	Water Politics
	Oliver Hensengerth	Northumbria University, United Kingdom	Senior lecturer	Water Governance
	Frauke Urban	Royal Institute of Technology KTH in Stockholm	Associate Professor	Environmental Politics

Research Field				
	Name	**Affiliation**	**Title**	**Area**
viii. Transboundary Water Diplomacy and International River Management				
	Aaron Wolf	Oregon State University,USA	Professor	Transboundary water politics, international water conflict, etc.
	Naho Mirumachi	Geography at King's College London, UK	Lecturer	Transboundary water politics
	Jhon Anthony Allan	School of Oriental and African Studies & King's College, London, UK		Transboundary water politics
	Alistair Rieu-Clarke	IHP-HELP Centre for Water Law, Policy Science, Univ. of Dundee, Scotland, UK		Transboundary water politics
	Pichamon Yeophantong	University of New South Wales Canberra at ADFA	Senior Lecturer in International Relations and Development	China
	Marko Keskinen	Aalto University	Associate Professor	Transboundary, Tonle Sap

(END)

添付資料Ｆ

参考文献リスト

参考文献リスト

2章

MRC (2019), The Council Study, Study on Sustainable Management and Development of the Mekong River including Impacts of Mainstream Hydropower Projects, Summary of Council Study Reports and Conclusion, March 2018 revised January 2019

MRC (2018), MRC Hydropower Mitigation Guidelines, Summary of Key Findings and Recommendations, March 2018

MRC (2019), MRC Hydropower Mitigation Guidelines, MRC Technical Guideline Series Vol.2, January 2019

MRC (2018), MRC Hydropower Mitigation Guidelines, Case Study: Mainstream Dams Assessment including Alternative Scheme Layouts, October 2018

MRC (2018), The ISH 0306 Study, Development of Guidelines for Hydropower Environmental Impact Mitigation and Risk Management in the Lower Mekong Mainstream and Tributaries, Volume 1- Hydropower Risks and Impact Mitigation Guidelines and Recommendations, Final Version, March 2018

MRC (2021), Basin Development Strategy 2021-2030 & MRC Strategic Plan 2021-2025, April 2021

MRC (2016), Integrated Water Resources Management-based Basin Development Strategy 2016-2020 for the Lower Mekong Basin, 2016

MRC (2019), State of the Basin Report 2018, 2019

3章

A. D. Lee & F. Gerner (2020), “Learning from Power Sector Reform Experiences, the Case of Vietnam,” World Bank Group, March 2020

ADB (2009), Building a Sustainable Energy Future: the GMS, 2009

ADB (2010), Facilitating Regional Power Trading and Environmentally Sustainable Development of Electricity Infrastructure in the Greater Mekong Subregion, Asian Development Bank

ADB (2018), Cambodia, Energy Sector Assessment, Strategy and Road Map, ADB, December, 2018

ADB (2019) “Lao People’s Democratic Republic Energy Sector Assessment, Strategy and Road Map,” November 2019

ADB (2020), Regional Power Master Plan,. Harmonizing the Greater Mekong Sub region (GMSS) Power Systems to Facilitate Regional Power Trade

ASEAN (2021), ASEAN Taxonomy for Sustainable Finance, 2021

Azhgaliyeva Diza Anant Kapoor, and Yang Liu (2020), Green Bonds for Financing Renewable Energy and Energy Efficiency in Southeast Asia: A Review of Policies

C. Miao, et al. (2015) “China’s Policy on Dams at the Crossroads: Removal or Further Construction?,” Changjiang River Scientific Research Institute, Changjiang Water Resources Commission, 2015

China Southern Power Grid, (2017) “Corporate Social Responsibility Report, 2017”

Climate Bonds Initiative, (2020) ASEAN Sustainable Finance State of the Market 2020

EAC, Report on Power Sector of the Kingdom of Cambodia, Complied by Electricity Authority of Cambodia from Data for the Year 2018

EC, Commission Delegated Regulation (EU) supplementing Regulation (EU) 2020/852 of the European Parliament and of the Council by establishing the technical screening criteria for determining the conditions under which an economic activity qualifies as contributing substantially to climate change mitigation or climate change adaptation and for determining whether that economic activity causes no significant harm to any of the other environmental objectives, Annex 1 and Annex 2, 2021.

EC, Regulation (EU) 2020/852 of the European Parliament and of the Council, of 18 June 2020 on the establishment of a framework to facilitate sustainable investment, and amending Regulation (EU) 2019/2088

ERIA, "Lao PDR Energy Outlook 2020" Department of Energy and Mines, Ministries of Energy and Mines, 2020 February

Golden, C. D., Shapero, A., Vaitla, B., Smith, M. R., Myers, S. S., Stebbins, E., & Gephart, J. A. (2019). Impacts of Mainstream Hydropower Development on Fisheries and Human Nutrition in the Lower Mekong. Frontiers in Sustainable Food Systems, 3(October), 1–10. https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00093

GSIA (2021) Global Sustainable Investment Review 2020

IEA (2017), World Energy Balances 2017, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/world_energy_bal-2017-en.

IEA (2020), World Energy Outlook 2020, IEA, Paris https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020

IES Nordpool, Greater Mekong Subregion Power Market Development, World Bank 2019, https://documents1.worldbank.org/curated/en/541551554971088114/pdf/Greater-Mekong-Subregion-Power-Market-Development-All-Business-Cases-including-the-Integrated-GMS-Case.pdf

IHA, Hydropower Sustainability Environmental, Social and Governance Gap Analysis Tool, 2019.

International Rivers (2017) A Dangerous Trajectory for the Mekong River, Update on the status of Mekong Mainstream Dams, https://archive.internationalrivers.org/resources/a-dangerous-trajectory-for-the-mekong-river-16502

Koehnken L. (2014). Discharge Sediment Monitoring Project (DSMP), 2009- 2013: Summary & Analysis of Results, Final Repon Mekong River Commission, Vientiane: Lao PDR

Loo, Yen. Y., Billa, L., & Singh, A. (2015). Effect of climate change on seasonal monsoon in Asia and its impact on the variability of monsoon rainfall in Southeast Asia. Geoscience Frontiers, 6(6), 817–823. https://doi.org/10.1016/j.gsf.2014.02.009

Markkanen, S., Plummer Braeckman, J., & Souvannaseng, P. (2020). Mapping the evolving complexity of large hydropower project finance in low and lower-middle income countries. Green Finance, 2(2), 151–172. https://doi.org/10.3934/gf.2020009

Matthews, N., & Motta, S. (2015). Chinese state-owned enterprise investment in Mekong hydropower: Political and economic drivers and their implications across the water, energy, food nexus. Water (Switzerland), 7(11), 6269–6284. https://doi.org/10.3390/w7116269

Merme, V., Ahlers, R., & Gupta, J. (2014). Private equity, public affair: Hydropower financing in the Mekong Basin. Global Environmental Change, 24(1), 20–29. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.11.007

MRC (2015), The Council Study, Social-Economic Impact Assessment, Final, 2015

MRC (2017), Council Study, Cumulative Impact Assessment Key Findings Report, 2017.

MRC (2017), The Council Study – Thematic Report on the Positive and Negative Impacts of Hydropower Development on the Social, Environmental, and economic conditions of the Lower Mekong river Basin, December 2017.

MRC (2017), The Council Study- Climate Chage Report, Climate Change Impacts for Council Study Sectors, December 2017.

MRC (2017), The Council Study, Biological Resources Assessment, Technical Report Series, Volume 4: Assessment of Planned Development Scenarios, Final Report, 2017.

MRC (2017), The Council Study, The Study on the Sustainable Management and Development of the Mekong River Basin including Impacts of Mainstream Hydropower Projects, Climate Change Report, Climate Change Impacts for Council Study Sectors" 2017

MRC (2018), The Council Study, Macro-economic Assessment Report, 2018

MRC (2018), Procedures for the Maintenance of Flows on the Mainstream (PMFM), Comprehensive Information Report, April 2018

MRC (2018), The Council Study- Report on the Positive and Negative Impacts of Irrigation on the Social, Environment, and Economic Conditions of the Lower Mekong River Basin and Policy Recommendations, 12 January 2018.

MRC (2018), The Council Study, "Modelling the Impacts of Climate Change and Development Infrastructure on Mekong Flow Sediment Regimes and Water Quality," 2018

MRC (2019), Drought Management Strategy for the Lower Mekong Basin 2020-2025, November 2019

MRC (2019), The MRC Hydropower Mitigation Guidelines Vol.1, Guidelines for Hydropower Nevitonmental Impact Mitigation and Risk Management in the Lower Mekong Mainstream and Tributaries, January 2019,

MRC (2019), The MRC Hydropower Mitigation Guidelines Vol.2, Guidelines for Hydropower Nevitonmental Impact Mitigation and Risk Management in the Lower Mekong Mainstream and Tributaries, January 2019..

MRC (2020), An inception report, Piloting a Joint Environmental Monitoring Programme on two Mekong mainstream dams 'Don Sahong Hydropower Project and Xayaburi Hydropower Project', 2020

MRC (2020), The MRC Hydropower Mitigation Guidelines Vol.3, Guidelines for Hydropower Nevitonmental Impact Mitigation and Risk Management in the Lower Mekong Mainstream and Tributaries, September 2020.

MRC (2021), Basin Development Strategy 2021-2030 & MRC Strategic Plan 2021-2025, April 2021

MRC (2021), Hydrological Conditions in the Lower Mekong River Basin in July-December 2020, May 2021

MRC (2021), Situation Report, Dry Season Hydrological Conditions in the Lower Mekong River Basin: November 2020-May 2021

MRC (2021), Situation Report, Hydrological Conditions in the Lower Mekong River Basin in January-July 2020

MRC (2021), Situation Report, Hydrological Conditions in the Lower Mekong River Basin in July-December 2020

MRC (2021), Status and trends of fish abundance and diversity in the Lower Mekong Basin during

2007-2018 (MRC Technical Paper No.66), 2021

MRC, State of the Basin Report 2018

MRC, Strategic Environmental Assessment of Hydropower on the Mekong Mainstream, Final Report, 2010

Natural Heritage Institute (NHI)(2018), Sustainable Hydropower Master Plan for the Xe Kong Basin in Lao PDR, Final Report, https://data.opendevelopmentmekong.net/library_record/sustainable-hydropower-master-plan-for-the-xe-kong-basin-lao-pdr

Norconsult, Subregional Energy Sector Study for the GMNS, RETA5535, ADB 1993

Norconult, Regional indicative Master Plan on Power Interconnection, ADB RETA 5920, 2002

P.H. Giang, "Dam Development in Vietnam, Current Status & Future Planning," VNCOLD, XX

Peter Meier (2014), Maintaining the Productivity of the Mekong River by Improving Sediment Passage and Fish Passage through Hydropower Dams: Issues in Economic & Financial Analysis

RTE International, Update of the Regional Indicative Master Plan on Power Interconnection ADB TA6440

Thanapon Piman, Mauricio E. Arias, Thomas Cochrane, (2013) Assessment of Flow Changes from Hydropower Development and Operations in Se Kong, Se San and Sre Pok Rivers of the Mekong Basin

Urban, F., Nordensvärd, J., Khatri, D., Wang, Y., 2013. An analysis of China's investment in the hydropower sector in the Greater Mekong Sub-Region. Environment, Development and Sustainability, Vol.15(2):301-32

Xin Qiu and Honglin Li, 2012 "Energy Regulation and Legislation in China", Environmental Law Reporter

Arthur D Little, "平成29年度電力市場環境調査、電力分野におけるグローバル化やデジタル化等の 競争力強化の方策に関する調査・分析、経済産業省"、2017年

JETRO, "新規ダム案件を見直し、電力需給バランス調査へ" 2019年6月

JICA ラオス国電力マスタープラン策定プロジェクトファイナルレポート, 2020

JICA 電力開発計画能力向上プロジェクト

2020年中国資産管理業ESG投資発展研究報告，Huaxia Wealth Management，Shenzhen Finance Institute，2020.9

一般財団法人　日本エネルギー経済研究所、「平成29年度国際エネルギー情勢調査（諸外国のエネルギー政策動向及び国際エネルギー統計等調査事業）諸外国のエネルギー政策動向に関する調査報告書、経済産業省エネルギー庁委託調査」2018年2月

一般社団法人日本エネルギー総研、"平成29年国際エネルギー情勢調査諸外国のエネルギー政策動向に関する調査報告書"2017年、経済産業省

金　振、「シリーズ激動中国、その２中国におけるエネルギー長期戦略の策定状況」、2018年1月、公益財団法人　地球環境戦略研究機関

幸坂 直樹、ラオスの電力事情、JICA専門家（ラオスエネルギー鉱業省）報告、2018年8月

資源エネルギー庁「エネルギー白書2021」

中国責任投資年度報告，China Social Investment Forum，SynTao Green Finance，2020.12

渡壁徳大（鉱業エネルギー省エネルギー総局アドバイザー、JICA専門家）、カンボジア国電力概況、2019年12月

東電設計株式会社、“平成29年度 質の高いエネルギーインフラの 海外展開に向けた事業実施可能性調査、（先進火力発電所等案件形成調査 （ベトナム・クワンチャックにおける超々臨界石炭火力発電所建設事業に係る 実現可能性調査））、”経済産業省、2018年

日本総研、中国グリーン金融月報【2021年9月号】

緑色債券支持項目目録，中国人民銀行，国家発展改革委員会，証券監督管理委員会

4章

Drift (2021) Brief Introduction to DRIFT, https://www.drift-eflows.com/wp-content/uploads/2018/02/Introduction-to-DRIFT.pdf （アクセス日2021/8/8)

Mekong River Commission (2015), Council Study, Social-Economic Impact Assessment, Final.

Mekong River Commission (2017), The Council Study, Biological Resources Assessment, Technical Report Series, Volume 4: Assessment of Planned Development Scenarios, Final Report.

Mekong River Commission (2017), Annex C Pak Beng PNPCA Specialist Technical Review Report, Hydrology and Hydraulics, June 2017

Mekong River Commission (2020), An inception report, Piloting a Joint Environmental Monitoring Programme on two Mekong mainstream dams ‘Don Sahong Hydropower Project and Xayaburi Hydropower Project’.

Mekong River Commission (2020), Guidelines for Hydropower Environmental Impact Mitigation and Risk Management in the Lower Mekong Mainstream and Tributaries, Vol.3.

Mekong River Commission (2020), Forum Report, 9th Regional Stakeholder Forum, Second Regional Information Sharing for Luang Prabang Hydropower Project Prior Consultation Process & Preparation of the Basin Development Strategy 2021-2030, March 2020

Mekong River Commission (2020), Prior Consultation Process for the Sanakham Hydropower Project, Summary of the First Draft of the Technical Review Report, November 2020

Mekong River Commission (2020), Technical Review Report, Prior Consultation for the Proposed Luang Prabang Hydrpower Project, Procedures foe Notification, Prior Consultation and Agreement, June 2020

Mekong River Commission (2021), Status and trends of fish abundance and diversity in the Lower Mekong Basin during 2007-2018 (Mekong River Commission Technical Paper No.66).

5章

Aisan Development Bank (2014) Cambodia Poverty Analysis.

Arias,M.E., Cochrane,T.A. and Elliott,V. (2013) Modelling future changes of habitat and fauna in the Tonle Sap wetland of the Mekong, Environmental Conservation 2013:1-11.

Baran,E., Guerin,E. and Nasielski,J. (2015) Fish, sediment and dams in the Mekong. Penang, Malaysia: WorldFish, and CGIAR Research Program on Water, Land and Ecosystems

(WLE).,108 pp.

Campbell, I., Say, S., & Beardall, J. (2009). Tonle Sap Lake, the Heart of the Lower Mekong. In I. Campbell (Ed.),The Mekong (pp. 251–272). New York, NY: Elsevier.

Campbell, I.C., Poole, C., Giesen,W., and Valbo-Jorgensen,J. (2006) Species diversity and ecology of Tonle Sap Great Lake, Cambodia, Aquat. Sci. 68: 355–373.

Chan,B., Ngor,P.B., Hogan,Z.S., So,N., Brosse,S. and Lek,S. (2020) Temporal Dynamics of Fish Assemblages as a Reflection of Policy Shit from Fishing Concession to Co-Management in One of the World's Largest Tropical Flood Pulse Fisheries, Water, 2020, 12, 2974, 18 pp.

DHI and HDR (2015) Study on the Impacts of Mainstream Hydropower on the Mekong River Final Report.

Fukushima,M., Jutagate,T., Grudpan,C., Phomikong,P., Nohara,S. (2014) Potential Effects of Hydroelectric Dam Development in the Mekong River Basin on the Migration of Siamese Mud Carp (Henicorhynchus siamensis and H. lobatus) Elucidated by Otolith Microchemistry, PLOS ONE, August 2014, 9 (8), e103722.

Green, A., Hortle,K.G., Giesen,W., Van Balen,B., Yem,D., Mill,J., Brownhall,I., Droogers,P., Simons,G., Hunink,J., Oeurng.C., and Bonvongsar,T. (2019) Rapid Assessment of Eco-Hydrology for the Tonle Sap River Basin and Mekong Delta River Basin, Cambodia, FutureWater Report 206, ADB.

Halls,A.S. and Hortle,K.G. (2021) Flooding is a key driver of the Tonle Sap dai fishery in Cambodia, Scientific Reports, 2021,11:3806.

Hortle, K.G., S. Lieng and J. Valbo-Jorgensen (2004) An introduction to Cambodia's inland fisheries. Mekong Development Series No. 4. MRC, Phnom Penh, Cambodia.

Johnstone, G., Ranjitha,P., Fabrice,D., Kosal,M.,Oeur,I., Sithirith,M., Bunna,P., Sophat,S., Sokheng,C., Sochanny,H., Samnang,L., Sokheng,S., Kimhor,P., Sameth,R., (2013) ThisTonle Sap scoping report. CGIAR Research Program on Aquatic Agricultural Systems. Penang, Malaysia. Project Report: AAS-2013-28.

"Kano,Y., Dudgeon,D., Nam,S., Samejima,H., Watanabe,K., Grudpan,C., Grudpan,J., Magtoon,W.,

Musikasinthorn,P., Nguyen,P.T., Praxaysonbath,B.,Sato,T., Shibukawa,K., Shimatani,Y., Suvarnaraksha,A., Tanaka,W., Thach,P., Tran,D.D.,

Yamashita,T. and Utsugi,K. (2016) Impacts of Dams and Global Warming on Fish Biodiversity in the Indo-Burma Hotspot. PLoS ONE 11(8): e0160151"

"Keskinen,M., Kummu,M., Salmivaara,., Someth,P., Lauri,H., de Moel,H., Ward,P. and Pech,S. (2013) Tonle Sap now and in the future?, Final Report of the Exploring Tonle Sap Futures

study, Aalto University and 100Gen Ltd. with Hatfield Consultants Partnership, VU University Amsterdam, EIA.

Ltd. and Institute of Technology of Cambodia, in partnership with Tonle Sap Authority and Supreme National

Economic Council. Water & Development Publications WD‐11, Aalto University, Espoo, Finland."

Kumm,M., Penny,D., Sarkkula,J. and Koponen,J. (2008) Sediment: Curse or Blessing for Tonle Sap Lake?, Ambio Vol. 37, No. 3, May 2008, 158-163.

Kurien,J. (2017) Community Fisheries Organization of Cambodia, FAO

Lamberts,D. (2001) Tonle Sap Fisheries: A Case Study on Floodplain Gillnet Fisheries, FAO.

Ministry of Environment (Technical Coordination Unit for the Tonle Sap) (2001) Tonle Sap Ecosystem and Value, http://www.mekonginfo.org/assets/midocs/0001325-environment-tonle-sap-ecosystem-and-value.pdf、アクセス日2021/2/12.

Ministry of Environment Cambodia (2017) National Protected Area Strategic Management Plan 2017-2031.

MRC (2004) An Introduction to Cambodia's Inland Fisheries.

MRC (2013) Integrated Analysis of Data from MRC Fisheries Monitoring Programmes in the Lower Mekong Basin.

MRC (2017) The Council Study: Study on the sustainable management and development of the Mekong River, including impacts of mainstream hydropower projects. BioRA Final Technical Report Series. Volume 4: Assessment of Planned Development Scenarios. FINAL REPORT. Vientiane, Lao PDR. 145 pp..

MRC (2019) The Study on the Sustainable Management and Development of the Mekong River Basin including Impacts of Mainstream Hydropower Projects, Biological Resources Assessment, Technical Report Series, Volume 4: Assessment of Planned Development Scenarios.

National Institute of Statistics Cambodia (2019) General Population Census of the Kingdom of Cambodia 2019, National Report on Final Census Results.

Navy et al., Socioeconomics and Livelihood Values of Tonle Sap Lake Fisheries. Inland Fisheries Research and Development Institute, ADB, 2006.

Ngo,P.B., McCann,K.S., Grenouillet,G., So,N., McMeans,B.C., Fraser,E. and Lek,S. (2018) Evidence of indiscriminate fishing effects in one of the world's largest inland fisheries, Scientific reports, 2018, 8:8947.

Nugyen,T.H.Y, Sunada,K., Oishi,S., Sakamoto,Y., Ikejima,K. and Iwata,T. (2008) The Spatial Distribution of Fish Species Catches in Relation to Catchment and Habitat Features in the Floodplain Lot Fisheries of Tonle Sap Lake, Cambodia, J. Fisheries and Aquatic Science, 3 (4), 213-227.

Open Development (2021) https://data.opendevelopmentcambodia.net/en/dataset/land-cover-in-cambodia-2012--2016, アクセス日2021/2/12.

Open Development Cambodia (2013) Key Biodiversity and Important Bird Area (KBAs/IBAs) in Cambodia. Atlas of Cambodia 2013, Save Cambodia's Wildlife, 2nd edition

OPMAC (2010) Kingdom of Cambodia Study for Poverty Profiles in the Asian Region Final Report, August 2010, JICA.

Panha,T. (2018) Fisheries Country Profile, 2018, http://www.seafdec.org/fisheries-country-profile-cambodia/ アクセス日：2021/2/18

Rab,M.A., Navy,H., Ahmed,M., Seng,K. and Viner,K. (2006) Socioeconomics and Livelihood Values of Tonle Sap Lake Fisheries. Inland Fisheries Research and Development Institute, ADB.

Salmivaara,A., Kummu,M., Varis,O. and Keskinen,M. (2015) Socio-Economic Changes in Cambodia's Unique Tonle Sap Lake Area: A Spatial Approach, Applied Spatial Analysis and Policy.

"Seng,R. (2017) Livelihoods in the changing Tonle Sap : past, present and future, Thesis submitted in fulfilment of the requirements for the

degree of Doctor of Philosophy at the Université Paul Sabatier-Toulouse III."

Shivakoti,B.R. and Bao,PN..(eds). (2020) Environmental Changes in Tonle Sap Lake and Its

Floodplain: Status and Policy Recommendations, Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Tokyo Institute of Technology (Tokyo Tech) and Institute of Technology of Cambodia (ITC)

Sithirith,M. (2015) The Governance of Wetlands in the Tonle Sap Lake, Cambodia, Journal of Environmental Science and Engineering B 4 (2015) 331-346.

Smajgal,A., Ward,J.R., ForanT., Dore,J., Larson,S. (2015) Visions, beliefs, and transformation: exploring cross-sector and transboundary dynamics in the wider Mekong region, Ecology and Society 20(2): 15.

So, N., & Song, S. L. (2011). Fisheries management and development in Tonle Sap Great Lake, Cambodia. In Consultation on Development Trends in Fisheries and Aquaculture in Asian Lakes and Reservoirs, 20–23 September 2011, Wuhan, China.

So, N., K. Utsugi, K. Shibukawa, P. Thach, S. Chhuoy, S. Kim, D. Chin, P. Nen. and P. Chheng (2018) Fishes of Cambodian Freshwater Bodies. Inland Fisheries Research and Development Institute, Fisheries Administration, Phnom Penh, Cambodia. 197 pp.

Teh,L.S.L, Bondb,N., KC,K., Fraserb,E., Seng,R. and Sumaila,R. (2019) The economic impact of global change on fishing and non-fishing households in the Tonle Sap ecosystem, Pursat, Cambodia, Fisheries Research 210 (2019) 71–80.

Uk,S., Yoshimura,C., Siev,S., Try,S., Yang,H., Oeurng,C., Li,S. and Hul.S. (2018) Tonle Sap Lake: Current status and important research directions for environmental management, Lakes & Reserv. 2018;1–13.

Van Zalinge (2006) An Assessment of Exotic Species in the Tonle Sap Biosphere Reserve and Associated Threats to Biodiversity, Tonle Sap Conservation Project, UNDP/GEF.

van Zalinge, N.P. (2002) Update on the status of the Cambodian inland capture fisheries sector with special reference to the Tonle Sap Great Lake, Mekong Fish Catch and Culture.

茨城県霞ケ浦環境科学センター、霞ヶ浦の水質の長期的変化、霞ヶ浦湖内水質等モニタリング事業（平成17年度～平成26年度）
https://www.pref.ibaraki.jp/soshiki/seikatsukankyo/kasumigauraesc/04_kenkyu/shoukai/10th/documents/kankyou_10th_01.pdf

6章

ADB (2009) Water Sector Review

Anthony, E. J., Brunier, G., Besset, M., Goichot, M., Dussouillez, P., & Nguyen, V. L. (2015). Linking rapid erosion of the Mekong River delta to human activities. Scientific Reports, 5, 1–12. https://doi.org/10.1038/srep14745

Arias, M. E., Holtgrieve, G. W., Ngor, P. B., Dang, T. D., & Piman, T. (2019). Maintaining perspective of ongoing environmental change in the Mekong floodplains. Current Opinion in Environmental Sustainability, 37(Figure 1), 1–7.

Baran E., Guerin E., Nasielski J. (2015) Fish, sediment and dams in the Mekong. Penang, Malaysia: WorldFish, and CGIAR Research Program on Water, Land and Ecosystems (WLE).

Binh, D. Van, Wietlisbach, B., Kantoush, S., Loc, H. H., Park, E., de Cesare, G., … Sumi, T. (2020). A novel method for river bank detection from landsat satellite data: A case study in the Vietnamese Mekong delta. Remote Sensing, 12(20), 1–20. https://doi.org/10.3390/rs12203298

Bravard, J.-P., Goichot, M., & Gaillot, S. (2013). Geography of Sand and Gravel Mining in the Lower Mekong River. EchoGéo, (26), 0–20. https://doi.org/10.4000/echogeo.13659

Campbell (2012). Biodiversity of the Mekong Delta. In F.G. Renaud and C. Kuenzer (eds.), The Mekong Delta System: Interdisciplinary Analyses of a River Delta. (pp.293-313). Springer Environmental Science and Engineering.

Chea, R., Grenouillet, G., & Lek, S. (2016). Evidence of water quality degradation in lower Mekong basin revealed by self-organizing map. PLoS ONE, 11(1), 1–19.

Erban, L. E., Gorelick, S. M., & Zebker, H. A. (2014). Groundwater extraction, land subsidence, and sea-level rise in the Mekong Delta, Vietnam. Environmental Research Letters, 9(8).

Eslami, S., Hoekstra, P., Nguyen Trung, N., Ahmed Kantoush, S., Van Binh, D., Duc Dung, D., … van der Vegt, M. (2019). Tidal amplification and salt intrusion in the Mekong Delta driven by anthropogenic sediment starvation. Scientific Reports, 9(1), 1–10.

Ingalls, M.L et al, (2018) State of Land in the Mekong Region

Kondolf, G. M., Rubin, Z. K., & Minear, J. T. (2014). Dams on the Mekong: Cumulative sediment starvation. Water Resources Research, 50(6), 5158–5169.

Le, T. N., Bregt, A. K., van Halsema, G. E., Hellegers, P. J. G. J., & Nguyen, L. D. (2018). Interplay between land-use dynamics and changes in hydrological regime in the Vietnamese Mekong Delta. Land Use Policy, 73(June 2016), 269–280.

Lee, S.K. and Dang, T.A. (2020), "Extreme rainfall trends over the Mekong Delta under the impacts of climate change", International Journal of Climate Change Strategies and Management, Vol. 12 No. 5, pp. 639-652.

Manh, N. Van, Dung, N. V., Hung, N. N., Kummu, M., Merz, B., & Apel, H. (2015). Future sediment dynamics in the Mekong Delta floodplains: Impacts of hydropower development, climate change and sea level rise. Global and Planetary Change, 127, 22–33.

Manh, N.V., Dung, N.V., Hung, N.N., Merz, B., Apel, H., 2014. Large-scale suspended sediment transport and sediment deposition in the Mekong Delta. Hydrol. Earth Syst. Sci. 18 (8), 3033–3053.

MRC (2005) Overview of the hydrology of the Mekong Basin.

MRC (2018) The Council Study Flood Sector Key Findings Report

MRC (2018) The Council Study Report on the Positive and Negative Impacts of Irrigation on the Social, Environment, and Economic Conditions of the Lower Mekong River Basin and Policy Recommendations

MRC (2018) The Council Study Volume 1 Summary Modelling Report

MRC (2020) The MRC Hydropower Mitigation Guidelines. Guidelines for hydropower environmental impact mitigation and risk management in the Lower Mekong mainstream and tributaries (vol. 3)

Minderhoud, P. S. J., Erkens, G., Pham, V. H., Bui, V. T., Erban, L., Kooi, H., & Stouthamer, E. (2017). Impacts of 25 years of groundwater extraction on subsidence in the Mekong delta, Vietnam. Environmental Research Letters, 12(6), 064006.

Minderhoud, P. S. J., Middelkoop, H., Erkens, G., & Stouthamer, E. (2020). Groundwater extraction may drown mega-delta: Projections of extraction-induced subsidence and elevation of the mekong delta for the 21st century. Environmental Research Communications, 2(1).

Minear, T., and G. M. Kondolf (2009), Estimating reservoir sedimentation rates at large spatial and

temporal scales: A case study of California, Water Resour. Res., 45, W12502, doi:10.1029/2007WR006703.

Neussner, O (2019) Trouble underground land subsidence, GIZ

Royal HaskoningDHV, GIZ "Mekong Delta Integrated Region Plan (version 14 July 2020)"

UNEP-WCMC (2021). Protected Area Profile for Viet Nam from the World Database of Protected Areas, July 2021

Vormoor, K. (2010). Water engineering, agricultural development and socio-economic trends in the Mekong Delta, Vietnam (No. 57).

Wilbers, G. J., Becker, M., Nga, L. T., Sebesvari, Z., & Renaud, F. G. (2014). Spatial and temporal variability of surface water pollution in the Mekong Delta, Vietnam. Science of the Total Environment, 485–486(1), 653–665.

7章

ICEM Australia, Strategic Environmental Assessment of Hydropower on the Mekong Mainstream, Final Report, October 2010

International Finance Corporation (IFC), Hydroelectric Power (Guide for Developers and Investors)

MRC (2016), Ministry of Water Resources of China (2016), Technical Report, Joint Observation and Evaluation of the Emegency Water Supplement from China to the Mekong River, October 2016

MRC (2018), Guidelines for Transboundary Environmental Impact Assessment in the Lower Mekong, Basin, September 2018

MRC (2019), Joint Transboundary Action Plan, In the Sesan and Srepok River Basin and the Mekong Delta of Cambodia and Vietnam, April 2019

MRC (2019), LMWRCC, China Institute of Water Resources and Hydropower Research, International Water Management Institute (2019), Joint Research, Hydrological Impacts of the Lancang Hydropower Cascade on Downstream Extreme Events, October 2019

MRC (2020), An Inception Report, Piloting a Joint Environmental Monitoring Programme on two Mekong mainstream dams 'Don Sahong Hydropower Project and Xayaburi Hydropower Project', May 2020

Stimson Center (2021), Lower Mekong Power Development: Drought, Renewable Disruptions, and Electricity Trade, May 2021